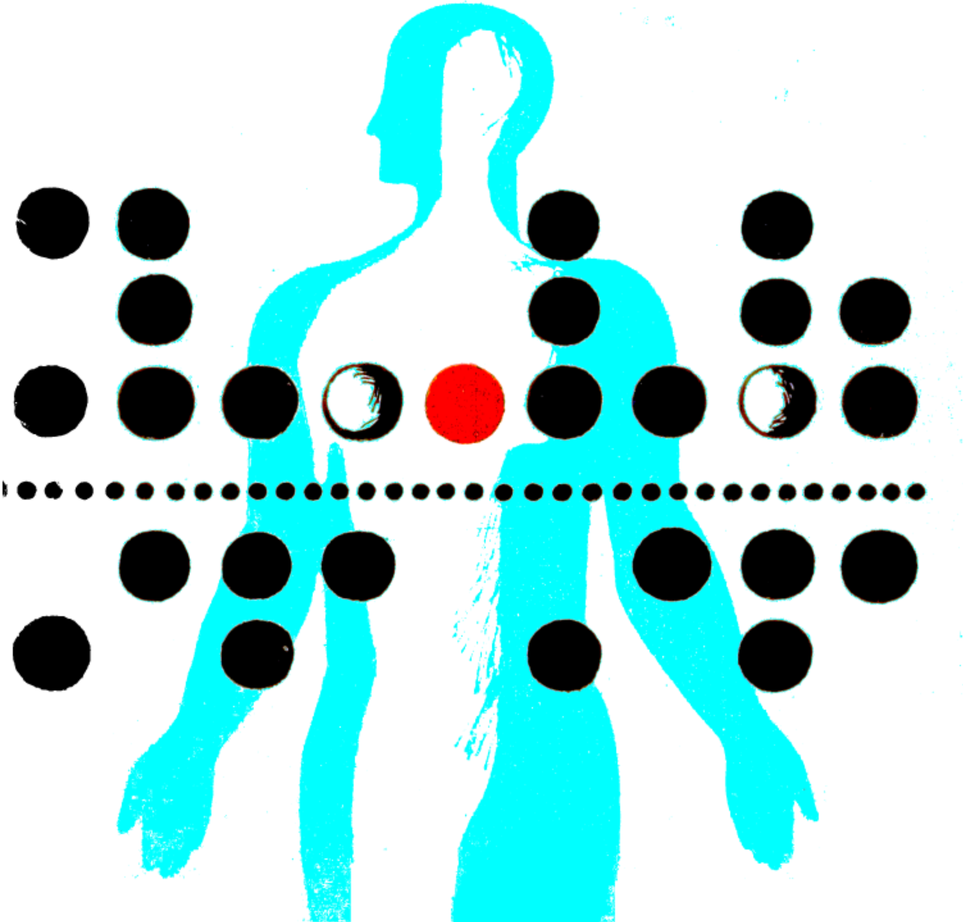
யெலேனா சப்பாரினா

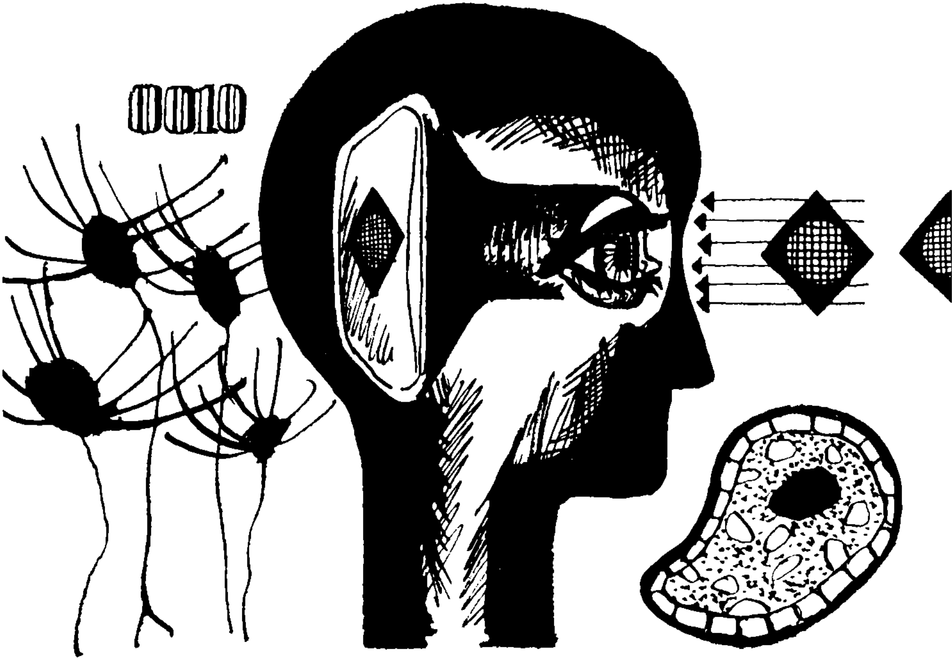
நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியம்





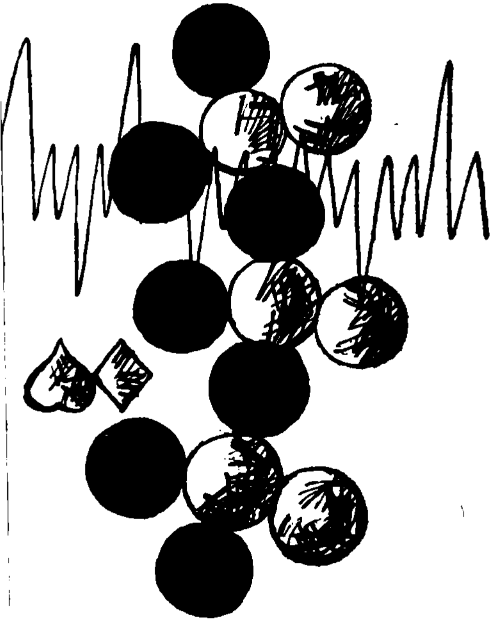
யெலேஞ சப்பாரிஞ பத்திரிகைத் துறையில் பணியாற்றுகிருர். 1954ல் மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தின் பத்திரிகையாளர் துறையில் பட்டம் பெற்ருர். பிறகு பத்து ஆண்டுகள் வரை, **அறிவே ஆற்றல்** என்னும் விஞ்ஞான ரசனை சஞ்சிகையின் விஞ்ஞானப் பிரிவுக்குத் தலைமை தாங்கினுர்.

இதுவரை ஐந்து நூல்கள் எழுதியுள்ளார். எல்லோரும் புரிந்து கொள்ளக் கூடிய எளிய நடையில் புதிய விஞ்ஞானங்களைச் சுவைபட விவரிக்கிருர்.


0010

யெலேனு சப்பாரினு

நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியம்



முன்னேற்றப் பதிப்பகம்
மாஸ்கோ

மொழிபெயர்ப்பாளர்: ரா. கிருஷ்ணையா

ЕЛЕНА САПАРИНА

КИБЕРНЕТИКА ВНУТРИ НАС

На тамильском языке

பொருளடக்கம்

சிந்தனையின் ஆய்வகம்

இயந்திரங்கள் பள்ளி சென்று பயின்றால்...

இயந்திரங்களின் புலனறிவு

ஆசிரியர் முன்னுரை

தானியங்கிக் கட்டுப்பாடு, கணிதம், தர்க்கவியல், உயிரியல், செய்திப் போக்குவரத்துத் தத்துவம்—குறைந்தது இந்த ஐந்து விஞ்ஞானங்களின் சங்கமத்தில் உதித்ததே சைபர்னெத்தியம் என்பதாய்ச் சொல்லப்படுகிறது. இந்தக் காரணத்தினுல்தான் போலும் சைபர்னெத்தியத்துக்கு இலக்கணம் வகுக்கும் முயற்சி இது நாள் வரையில் முடிவுற்ருகவில்லை. பல துறைச் சார்புடைய இவ்விஞ்ஞானத்தின் எல்லாக் கூறுகளும் உள்ளடங்கியதாய் இருக்க வேண்டுமென்று புதுப்புது இலக்கணங்கள் முன்வைக்கப்படுகின்றன. இத்தகைய இலக்கணங்களில் நாற்பதுக்குக் குறையாமல் தாம் கேட்டிருப்பதாகவும் இன்னும் முடிவு எய்தியதாய்க் கூறுவதற்கில்லை என்றும் பேரவை விஞ்ஞானி பெர்க் முன்பொரு முறை வேடிக்கையாய்க் குறிப்பிட்டார்.

இந்தப் புத்தகத்தைத் தயாரிக்கையில் நான் இளைஞர்களும் முதியவர்களுமான பல விஞ்ஞானிகளைப் பேட்டி

கண்டேன். ஒவ்வொருவரும் சைபர்னெத்தியத்தின் வீச்சு குறித்தும், உள்ளடக்கம் குறித்தும் தத்தமக்குமுரிய சொந்தக் கருத்துக்கள் கொண்டிருந்தார். தாம் செய்து வரும் ஆராய்ச்சிகள் குறித்து மணிக் கணக்காய்ப் பேசியோரும் உண்டு, அவசர வேலைகள் என்று கூறித் தப்பித்துக் கொண்டு ஆய்வுக்கூடங்களுக்குள் விரைய விரும்பியோரும் உண்டு. இந்தப் புதிய விஞ்ஞானம் குறித்து அடங்காத ஆர்வத்துடன் பேசியோரும் உண்டு, ஐயுறவு கொண்டு எச்சரிக்கையாய் இருந்தோரும் உண்டு. ஒரே பிரச்சினை குறித்து வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒன்றுக்கொன்று முரணான வெவ்வேறு எண்ணங்களும் கருத்துக்களும் கொண்டிருக்கிறார்கள்.

அபிப்பிராயங்களும் அணுகும் முறைகளும் இவ்வாறு விதம்விதமாய் இருப்பதால், ஏற்கனவே இது பற்றித் தெரியாதவர் ஒருவரால் சைபர்னெத்தியம் என்றால் என்னவென்று தெளிவாய்ப் புரிந்து கொள்வது மிகக் கடினமாகிவிடுகிறது. முடிவில் ஒரு பிரச்சினையை ஒரு வழியாய்ப் புரிந்து கொண்டு விட்டோம் என்பதாய் நினைக்கிறோம். ஆனால் வேறொரு ஆய்வுக் கூடத்துக்குச் சென்றதும் அங்கு இதே பிரச்சினையை முற்றிலும் மாறான ஒரு கோணத்திலிருந்து ஆராய்ச்சியாளர்கள் பரிசீலித்து வருவதைக் கண்டு திகைப்புற வேண்டியதாகிறது. யாருடைய நிலை சரியானதென்று முடிவுகட்ட முயன்று பயனில்லை—இந்த விஞ்ஞானம் மிகமிக இளமையானது, ஆகவே சர்ச்சைக்குரியது. தவிரவும் பொறியியல் சைபர்னெத்தியம் என்பதாகவும் உயிரியல் சைபர்னெத்தியம் என்பதாகவும் பலர் பிரிவினை செய்து எல்லைக் கோடு கிழிக்கிறார்கள்.

இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியத்தை இருமுறை பிறப்பு எடுத்ததாய்ச் சொல்லலாம். கோடானுகோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இயற்கை

யானது குறையற்ற சிறந்த தானியங்கி அமைப்பினை உயிருலகில் வைத்தமைத்து உயிர்வகைகளைத் தோற்றுவித்தது. இந்தத் தானியங்கி அமைப்பு அரியதோர் ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமத்தை—உடலின் எல்லாப் பாகங்களுடன் நரம்புகளால் இணைக்கப்பெற்ற மூளையை—கொண்டதாகும். பிற்பாடு மனித மூளையானது சுய-ஒழுங்கியக்கி அமைப்புகளைத் தானே கண்டுபிடித்து அமைத்திடும் காலமும் ஒன்று வந்தது. உயிருள்ள உடலில் செயல்படும் வியத்தகு ஒழுங்கியக்கி அமைப்புகளுக்குத் தொலைதூர ஒப்புமையே மனித மூளை கண்டுபிடித்ததென அப்பொழுது யாரும் நினைக்கவே இல்லை. சைபர்னெத்திய இயந்திரங்கள் எதார்த்த உண்மையாகிய பிறகே, உயிரமைப்புகளுங்கூட இவற்றையொத்த சூட்சுமங்களால் ஒழுங்கியக்கப்படுவனவாய் இருக்கலாமே என்னும் எண்ணம் உடலியலாளர்களுக்கு உதிக்கலாயிற்று.

இயந்திரங்களையும் உயிரமைப்புகளையும் பற்றிய ஒப்பு ஆராய்ச்சியிலிருந்து உதித்தெழுந்த சைபர்னெத்தியம் இவ்வாறு உயிரியலுக்குத் திரும்பி வந்து சேர்ந்தது; ஆனால் அதே போதில் அது பொறியியல் அரங்கிலேயேதான் தொடர்ந்து இருந்து வருகிறது. சுருங்கக் கூறுமிடத்து, முன்பு ஒருவர் குறிப்பிட்டது போல, இயந்திரங்களை எப்படி அமைக்கலாமென்று பொறியியலாளர்களுக்கு உடலியலாளர்களும், உயிர் எப்படி இயங்குகிறதென்று உடலியலாளர்களுக்குப் பொறியியலாளர்களும் எடுத்துரைக்கும் விஞ்ஞானமே சைபர்னெத்தியம் எனப்படுவது. சைபர்னெத்தியத்தைப் பற்றி விவாதிப்பவர்கள் தலைமையான ஒரு கேள்வியையே தவிர்க்க முடியாத வண்ணம் எப்பொழுதும் வந்தடைகிறார்கள்: ''சிந்திக்கத்'' தெரிந்து கொள்ளும் அளவுக்கு எந்நாளும் இயந்திரங்களால் ''கூர்மதி'' பெற முடியுமா?

என்ருலும் இந்தக் கேள்வியை எதிர்நோக்காமல் தட்டிக் கழிக்க முடியவில்லே. ஆனல் இதற்கு உடனே விடையளிக் காமல் இறுதி வரை நான் ஒத்திப் போட்டுச் செல்வதைக் காண்பீர்கள். இறுதியிலுங்கூட உண்மையில் நான் விடை யளிக்கவில்லை. முக்கிய விவரங்களை எடுத்துரைத்து விடையை நீங்களே தெரிந்து கொள்ளும்படி விட்டுவிடுகிறேன்.

புத்தகங்கள், ஆராய்ச்சிக் கழகங்கள், ஆய்வுக்கூடங்கள், விளக்க உரைகள் முதலானவற்றிடையே ஒரு விபரீத வகைச் சுற்றுப்பயணத்தில் உங்களுக்கு நான் வழித்துணையாக உதவ முன்வந்திருக்கிறேன். சில சிந்தையைக் கவர்வனவாயும், சில ஐயப்பாட்டுக்குரியனவாயும் இருக்கக் காண்பீர்கள். ஆனல் எவையுமே சலிப்பூட்டுவனவாய் இருக்கக் காணமாட்டீர்கள் என்பதுதான் என் நம்பிக்கை. முடிவில் ஒன்று: நான் பத்திரிகையாளரே அன்றி விஞ்ஞானியல்ல. ஒரு வகையில் இது நல்லதே என்று சொல்லலாம்: எப்படியென்ருல், சாதாரண ஆளின் கண்கள் மூலம் நீங்கள் யாவற்றையும் காண்பீர்கள் அல்லவா?

அறிமுகம்

கடந்த பத்து, பதினைந்து ஆண்டுகளில் சைபர்னெத்தியம் அதிவேக வளர்ச்சி கண்டிருக்கிறது. தகவல் போக்குவரத்து, ஒழுங்கியக்குதல் இவற்றை ஆராயும் ஒரு புதிய விஞ்ஞானம் இது.

ஒழுங்கியக்குதல் பற்றிய விஞ்ஞானம் மூன்று பிரதான துறைகள் உள்ளடங்கியது: இயந்திர அமைப்புகள், பொருளுற்பத்திச் செய்முறைகள் இவற்றை ஒழுங்கியக்குதல்; நிதியரங்கு, இன்ஷூரன்ஸ், வாணிபம் அல்லது போக்குவரத்து போன்ற துறைகளில் மனிதர்களுடைய கூட்டுப் பணிகளை ஒழுங்கியக்குதல்; உயிரமைப்புகளில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப் போக்குகளை ஒழுங்கியக்குதல். கடைசியாகக் கூறப்பட்ட துறையைச் சேர்ந்தவையே, ஓயாது மாறிக் கொண்டிருக்கும் சுற்றுச்சார்பில் உயிர்வகைகள் அழியாது நிலைத்து வாழ்வதற்கு வகை செய்யும் உயிரமைப்பின் ஜீவாதாரச் செயல்கள் சம்பந்தமான உடலியல், உயிர் இரசாயன, உயிர் பௌதிகவியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள்.

உயிரமைப்புகளின் சிக்கலான கட்டமைப்பும் செயற்பாடுங் குறித்து தகவல்கள் திரட்டுவதற்கும் சேமிப்பதற்கும் பதனம் செய்வதற்கும் கிடைத்துள்ள நவீனக் கருவிகளும் வழிமுறைகளும் உயிரியல் விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சிக்கு அற்புத வாய்ப்புகளை அளிக்கின்றன. மின்னணுவியல் நிபுணர்கள், கணிதவியலாளர்கள், உயிரியலாளர்கள் இவர்களுடைய நெருங்கிய ஒத்துழைப்பு மதிப்பிடற்கரிய மிக முக்கிய தத்துவார்த்த, நடைமுறைப் பலன்கள் அளித்து வருகின்றன.

உயிர்வாழ் இயற்கையின் மிகவும் சிக்கலான விதிகளை விஞ்ஞானிகள் மேலும் மேலும் துல்லியமாய் அறிந்து வருகின்றனர். மருத்துவத் துறையில் மின்னணு நோய் நிர்ணய இயந்திரங்கள் பயன்பாட்டுக்கு வருகின்றன. அறுவை மருத்துவத்தின்போது இருதயம், நுரையீரல், அல்லது சிறுநீரகங்களுக்குப் பதிலாய் அமைந்து இயங்கி அறுவை மருத்துவர்களுடைய பணியில் மிகவும் உதவியாய் இருக்கக்கூடிய பொறிகள் உருவாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உயர் நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டின் ஆராய்ச்சிக்குப் பிரமாதமான வாய்ப்புகள் தோன்றி வருகின்றன.

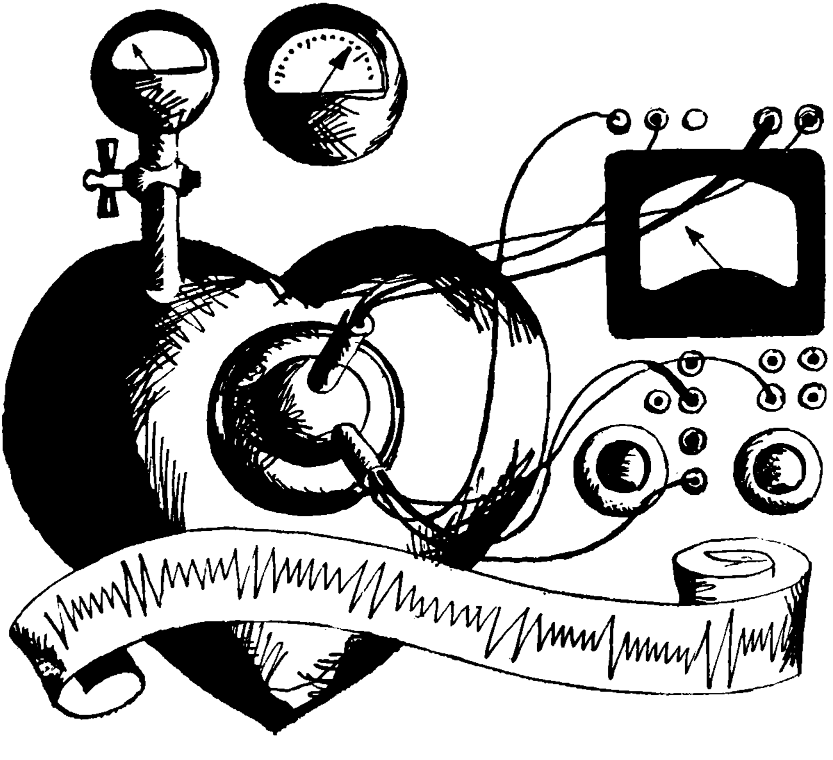
உயிரமைப்பின் வெவ்வேறு அமைப்புகளைத் தனியாய் ஆராய்வதும் உயிரமைப்பினைப் பாதிக்கும் பல கூறுகளையும் செயற்கை முறையில் தனித்துப் பிரித்து ஆராய்வதுமான முறையினை உயிரமைப்பின் ஒட்டுமொத்தமான செயற்பாடு பற்றிய விதிகளை ஆராய்ந்து அறியக் கையாள முடியாது. தனிப்பட்ட நரம்பணுக்களின் இயல்புகளை மிகவும் விவரமாய் ஆராய முடியும், ஆராயப்பட்டும் உள்ளன. ஆனால் தனிப்பட்ட உயிரணுக்களின் இயல்புகளிலிருந்து நேரடியாக சிந்தனை செய்தல், பேசுதல் போன்ற சிக்கலான மூளைச் செயற்பாட்டுகளை வந்தடைவது முடியாத காரியம்.

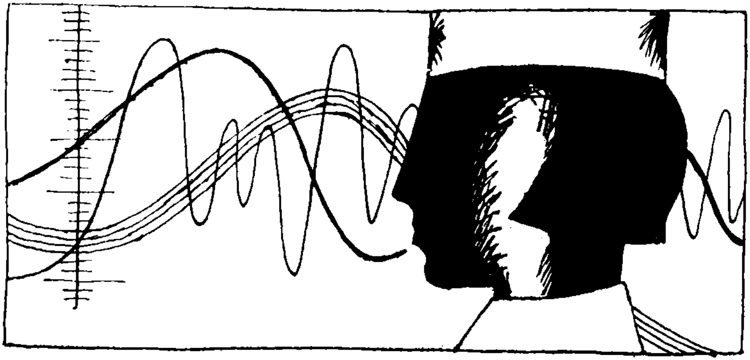
உடலியல் அமைப்புகள் அடங்கலாய் சிக்கலான அமைப்புகளையும் அவற்றின் செயற்பாடு பற்றிய விதிகளையும் சைபர்னெத்தியம் ஆராய்கிறது என்பதால்தான் உடலியலாளர்கள் சைபர்னெத்தியத்தால் கவரப்படுகிறார்கள்.

மின்னணு இயந்திரங்களுக்குத் திட்டம் புனையும்போது மனிதன் இயற்கையிடமிருந்து கற்றறிந்து கொள்கிறான். கைகால்களின் ''நீட்டிப்புகளாய்க்'' கருதப்படக் கூடிய தனது ஆரம்பக் கால எளிய கருவிகளை முன்பு உருவாக்கிக் கொண்டபோதும் மனிதன் இதே போலத்தான் இயற்கையிடமிருந்து கற்றுக் கொண்டான். மூளையானது கைகளையோ கால்களையோ போலன்றி அளவுகடந்த சிக்கல் வாய்ந்த அதிநுட்ப அமைப்பென்பது மெய்தான். பல வழிகளிலும் அது இதுகாறும் பொறியியலாளருக்குக் கைவரப்பெறாத உயர்ந்ததோர் இலட்சியமாகவே இருந்து வருகிறது. பருமனில் சிறியதாய்க் கச்சிதமாகவும் எடையில் குறைவாகவும் இயக்கு விசைச் செலவில் சொற்பமாகவும் இருந்தபோதிலும், மூளையானது மிகமிக நம்பகமான அமைப்பாய் விளங்குகிறது.

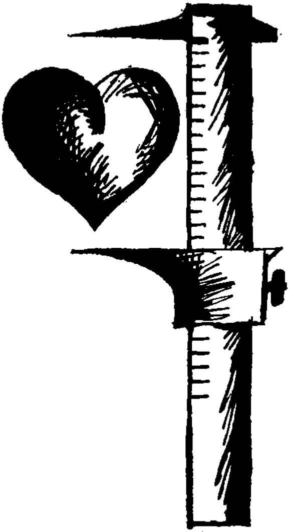
ஆனால் மூளை ஓரளவு மெதுவாகவே செயல்படுகிறது; அதன் நினைவாற்றல் அவ்வளவு சிறப்பாய் இல்லை; பல சந்தர்ப்பங்களில் அது முக்கிய விவரங்களை மறந்துவிடுகிறது; களைப்புக்கும் ஊட்டக் குறைபாட்டுக்கும் இலக்காகிவிடுகிறது. மூளையானது மிகமிக நேர்த்தியான நுட்பப் பொறி. உறுத்தல்களிலிருந்தும் அதிர்ச்சிகளிலிருந்தும் அதனை நாம் கண்ணும் கருத்துமாய்ப் பாதுகாக்க வேண்டியிருக்கிறது. தவிரவும் நோயாலும் முதுமையாலும் அது குணவழி மாற்றங்கள் அடைகிறது. மூளையின் மிக எளிய செயற்பாடுகளில் சிலவற்றை மேற்கொள்ளவல்ல மின்னணு இயந்திரங்களை உருவாக்குவதன் மூலம் பொறியியலாளர் மூளையின் குறைபாடுகளில்

மனித நோய்களும்
இயந்திர "நோய்களும்"





சைபர்னெத்தியமும் இருதயமும்



கீவ் நகர நெஞ்சறுவை மருத்துவ மனையின் தலைவராவார் பேராசிரியர் நிக்கலாய் அமோசவ். அறுவை மருத் துவர் சிறந்த பொறியாளராகவும் இருப்பது அவசியம் என்பதை முதன் முதலாய் உணர்ந்த மருத்துவர்களில் ஒருவர் இவர்.

கீவ் நகர நெஞ்சறுவை மருத்துவ மனையில் நான் அவரைப் பேட்டி கண்டேன். ''எங்களுடைய வேலை களுக்கு சைபர்னெத்திய இயந்திரங் கள் மிகவும் அவசியமானவை; நாங் கள் பல இயந்திரங்களை அமைத்து இருதயம், நுரையீரல் முதலான

உறுப்புக்களின் அறுவை மருத்துவங்களில் உபயோகிக்கிறோம்'' என்றார்.

பேராசிரியர் அமோசவிற்குப் பொறியியல் பதங்கள் தண்ணீர் பட்டபாடாய் இருக்கக் கண்டேன். ''உண்மையில் முதலில் நான் பொறியாளராக வேண்டுமென்றே விரும்பினேன்; தொழில்நுட்பக் கல்லூரியின் ஆற்றல் பொறியியல் துறையில் சேர்ந்து படித்தேன். ஆனால் மருத்துவத் துறையும் என்னைக் கவர்ந்து வந்தது; ஆகவே மருத்துவக் கல்லூரியிலும் சேர்ந்து கொண்டேன்'' என்றார்.

அறிவுத் தாகமிக்க மாணவராக விளங்கிய அவர், இராப் பகலாய்ப் புத்தகமும் கையுமாய் இருந்தார். பொறியியல் துறை மாணவராய் அவர், நூதன அமைப்புடைய கொதிகலங்களை அமைத்தார்; மருத்துவ மாணவராய், மனித இருதயத்தின் செயற்பாட்டை ஆராய்ந்தார். அவரைக் கவர்ந்திழுப்பதில் இரு தொழில்களும் பல காலம் ஒன்றோடொன்று போட்டியிட்டு வந்தன. மருத்துவக் கல்லூரியில் அவர் சிறப்புடன் தேறிப் பட்டம் பெற்றார். பட்ட மேற்படிப்பு படிப்பதற்குரிய சிபார்சு அவருக்கு அளிக்கப்பட்டது. தொழில் நுட்பக் கல்லூரியில், நீராவி-டர்பைன் இயந்திரத்துடன் கூடிய ஒரு தனிவகை விமானத்துக்கான அமைப்புத் திட்டம் புனைந்தார். பொறியியல் துறையிலும் சிறப்புடன் தேறிப் பட்டம் பெற்றார். பின்னர் ஒரு கிராமத்தில் சாதாரண மருத்துவராய் வேலை செய்ய முற்பட்டார். பொறியாளருக்கும், மருத்துவருக்கும் இடையிலான போட்டாபோட்டி இன்னும் தொடர்ந்து நடைபெற்றிருக்கும், ஆனால் யுத்தம் குறுக்கிடவே அவர் அறுவை மருத்துவரானார்; அவ்வாறே நிலைத்தும் விட்டார். ஏனெனில் அறுவை மருத்துவத்தில் மருத்துவரும் பொறியாளரும் முடிவாய் ஒன்றிணைந்துவிட்டனர். மருத்துவப்

பிரச்சினைகளுக்குப் புதிய முறையில் தீர்வு காண அறுவை மருத்துவர் அமோசவ், பொறியாளர் அமோசவைப் பயன் படுத்திக் கொண்டார்.

ஆண்டுக்குப் பத்து அறுவைகள் என்னும் மிதமான நிலையில் தொடங்கி அமோசவ் மிக வேகமாய் தேர்ச்சி பெற்று, விரைவில் ஆண்டுக்குப் பல நூறு அறுவைகள் செய்யத் தொடங்கினார். ஏழாண்டுகளில் ஓராயிரம் அறுவைகள் செய்துவிட்டார்.

ஓராயிரம் நுரையீரல் அறுவை என்பது அறுவை மருத்துவ ஏடு ஒன்றில் வெளிவந்த அவருடைய ஆய்வுரையின் தலைப்பு. இதில் அவர் கடினமான பல அறுவை மருத்துவங்களையும், அறுவை மருத்துவப் பிரச்சினைகளுக்குப் புதிய தீர்வுகள் காண்பதற்கான தமது ஆராய்ச்சியையும் விவரித்துக் கூறினார். அவர் எடுத்துரைத்த முடிவு பொறியாளருக்குரிய முடிவேயாகும்: நெஞ்சு அறுவை மருத்துவத்தில் முன்னேற்றம் காண வேண்டுமெனில், புதிய இயந்திரங்களும் புதிய கருவிகளும் உருவாக்கப்பட்டாக வேண்டுமென்று அவர் எடுத்துரைத்தார்.

மருத்துவக் கருவிகளைப் புனைவதில் அமோசவ் பல மாலைப் பொழுதுகளைச் செலவிட்டார். விரைவில் அவருடைய கருத்துக்கள் திட்டவட்டமான வடிவம் பெற்றன. கீவ் நகரில் அறுவை மருத்துவர் மாநாடு நடைபெற்றபோது, அமோசவ் சுருக்கமானதோர் ஆய்வுரையோடும், மிகப் பெரியதொரு பெட்டியோடும் வந்து சேர்ந்தார். மாநாட்டு மேடையில், அந்தப் பெரிய பெட்டியைத் தூக்கி வைத்தார். அறுவை மருத்துவத்தின்போது நோயாளி செயற்கை முறையில் சுவாசிப்பதற்கு வகை செய்யும் செயற்கை நுரையீரலை அதனுள்ளிருந்து வெளியே எடுத்தார்.

அது நடைபெற்றது 1951ஆம் ஆண்டு. அமோசவ் கீவ் நகரிலேயே தங்கி, நெஞ்சறுவை மருத்துவ மனையின் தலைவரானார். நுரையீரல், இருதயம் இவற்றில் அறுவை மருத்துவம் செய்வதுதான் நெஞ்சறுவை மருத்துவம் எனப்படுவது. இதன்பின் பத்தாண்டுகளில் பேராசிரியர் அமோசவ் மூவாயிரம் நுரையீரல் அறுவைகளும், நானூறு இருதய அறுவைகளும் செய்தார்.

இவர் முதன்முதலாய் இருதய அறுவை செய்தது மிகப் பல ஆண்டுகளுக்கு முன்பு. பிறவிக் குறைபாடுகள் மிகவும் எளிய கருவியான அறுவை மருத்துவரின் விரலைக் கொண்டே சரிசெய்யப்பட்டு வந்த காலம் அது. பிற்பாடு பொறியாளர்கள் விரலுக்குப் பதிலாய்ப் பயன்படக் கூடிய ஒரு கருவியைத் தயாரித்தனர். இருதய அறைகளுக்கு இடையிலோ, இருதயத்திலிருந்து வெளியே செல்லும் இரத்தக் குழல்களிலோ, இரத்த ஓட்டத்தைத் தடைசெய்யும் சிறிய இருதயத் தசை நார்த் துண்டுகளை வெட்டுவதற்கு அக்கருவி உபயோகிக்கப் பட்டது. அமோசவ் பல்வேறு வகையான கருவிகளையும் உபயோகித்துப் பார்த்துவிட்டு முடிவில் தாமே சொந்தமாய் ஒரு கருவியை உருவாக்கினார். அவர் தயாரித்த கருவி, பிறவற்றைக் காட்டிலும் எளியது, வசதியானது, இன்னும் முக்கியமாய்த் தவறுதலாய்க் காயம் ஏற்பட இடமளிக்காதபடி மிகவும் நம்பகமானது. ஆனால் இதைக் கொண்டு சிறிய குறைபாடுகளை மட்டுமே சரிசெய்ய முடிந்தது.

இருதயத்தின் மிகக் கடுங்கோளாறுகளுக்கும் சிகிச்சை முறைகளைக் கண்டுபிடிக்க வேண்டுமென்று அமோசவ் மேலும் மேலும் ஆழமாய் இருதயத்தின் மர்மங்களை ஆராயலானார். விரைவில் இருதயத்தில் ஓட்டைகளைத் தைப்பது, அல்லது அவை பெரிதாய் இருப்பின் பிளாஸ்டிக் துண்டுகளை

வைத்து அவற்றைச் சரி செய்வது, இருதய வால்வுகளைப் பொறுத்துவது, தமனிகளின் முழுப் பகுதிகளையே மாற்றுவது போன்ற பெரிய அளவிலான ''பழுது பார்க்கும் வேலைகளைச்'' செய்யத் தொடங்கிவிட்டார்.

அறுவைகள் மேன்மேலும் சிக்கலானதைத் தொடர்ந்து, உயிருடன் துடிக்கும் இருதயத்தில் அறுவை செய்வதற்குரிய குறுகிய கால வரம்பிற்குள் வேலைகளைச் செய்து முடிப்பது மேன்மேலும் சிரமமாகிவிட்டது.

''சிறிது நேரத்திற்கு இருதயத்தின் வேலையை நிறுத்தி வைக்க முடியுமானால் அதில் அறுவை செய்வது எவ்வளவு சுலபமாகிவிடும்'' என்று அறுவை மருத்துவர் நினைத்தார்.

''அப்படியானால், இரத்தத்தை இறைப்பதற்கான இறைவிக் கருவியை வைத்து, இருதய இயக்கத்தை நிறுத்தி இரத்தமில்லா இருதயத்தில் அறுவை செய்யலாமே'' என்று பொறியாளர் பதிலளித்தார்.

செயற்கை இருதயமே இதற்குரிய வழி. 1957ஆம் ஆண்டில் அறுவை அறையில் முதலாவது இருதய இயந்திரம் செயல்பட ஆரம்பித்தது. ஆனால், நமது விலா எலும்புகளுக்கு அடியில் அமைந்து ஓயாது உழைக்கும் கச்சிதமான அந்த ''இயந்திரத்திற்கும்'' இதற்கும் எவ்வளவு பெரிய வித்தியாசம்! மனித இருதயத்தின் எடை முந்நூறு கிராம்தான். ஆனால் செயற்கை இருதயமோ, இடுப்பளவு உயரமுள்ள பெட்டியில் இருந்தது; இரண்டு பேர் சேர்ந்து அதைத் தூக்க வேண்டியிருந்தது. அமோசவின் பொறியாளர் உள்ளத்துக்கு இதன் பெரும் பருமன் கொஞ்சமும் பிடிக்கவில்லை. செயற்கை இருதயம் எளியதாகவும், இலகுவில் சுமந்து செல்லக் கூடியதாகவும், மேலும் நம்பகமானதாகவும் அல்லவா இருக்க வேண்டும்?

மீண்டும் மருத்துவர் அமோசவ் புனேவரைப் பலகையை வைத்துக் கொண்டு பல இரவுகள் வேலை செய்தார்; மீண்டும் மீண்டும் கணக்குப் போட்டுப் பார்த்தார். புதிய செயற்கை இருதயம், இதன்முன் இருந்தவை யாவற்றையும்விடச் சிறிய தாய் இருந்தது; அதை இயக்குவதற்கு ஒரு 'பைண்ட்' இரத்தம்தான் தேவைப்பட்டது. பேராசிரியர் அமோசவின் இந்த இயந்திரம் மிகப் பலருடைய உயிரைக் காப்பாற்ற உதவியுள்ளது.

''இல்லை, இன்னும் இது பூர்த்தி பெற்றுகவில்லை; தொடர்ந்து மேலும் மேலும் செம்மை செய்யப்பட்டு வரு கிறது; புதிய கருவிகளும் சூட்சுமங்களும் அதில் சேர்க்கப்பட்டு வருகின்றன'' என்று அமோசவ் கூறினர்.

முதலில் ஒரு நுரையீரல் தொகுதி அதனுடன் சேர்க்கப் பட்டது. நுரையீரலிலிருந்து இருதயத்திற்கு இரத்தத்தைக் கொண்டுவரும் குழாய்கள் மிக ஆழத்தில் இருப்பதால், அவற் றை எட்டிப் பிடிப்பது கடினமாகிவிடுகிறது. ஆகவே நுரை யீரலின் வேலையை நிறுத்தாமல், இருதயத்தின் வேலையை நிறுத்துவது முடியாத காரியம். செயற்கை முறையில் இரத் தத்திற்கு உயிரகம் அளித்தாக வேண்டும். அறுவை சிகிச்சை யின்போது, இரத்தத்தின் உயிரக உள்ளடக்கத்தைத் தக்க அளவில் இருக்கும்படிக் கவனித்துக் கொள்ள அறுவை மருத் துவருக்குத் துணை நிபுணர் ஒருவர் வேண்டியதாகிவிட்டது.

கண்களில் உற்சாகம் பளிச்சிட அமோசவ் தொடர்ந்து கூறினர்:

''இந்த வேலையையும் இயந்திரம் தானுகவே செய்து கொள்ள ஏற்பாடு செய்வதுதான் சிறந்த வழியென நாங்கள் தீர்மானித்தோம். அந்த இயந்திரத்தை முற்றிலும் தன்னிறை வுடையதாக்கி, இரத்த அழுத்தத்தைச் சரியான நிலையில் வைத்திருப்பது, நோயாளியின் உடலமைப்புக்குத் தேவை

யான உயிரகம் கிடைக்கும்படி ஒழுங்கியக்குவது போன்ற பல வேலைகளையும் இயந்திரமே செய்து கொள்ளும்படி ஏற்பாடு செய்வதே எங்களுடைய இறுதி இலட்சியம். இயந்திரம் முற்றிலும் சுய-ஒழுங்கீட்டு அடிப்படையில் தானாகவே இயங்க வகை செய்ய வேண்டும். இதற்கு சைபர்னெத்தியம் அவசியமாகிவிடுகிறது.''

சைபர்னெத்தியத்தின் அவ்வளவாகப் பிரபலமடையாத பிரயோகங்களில் ஒன்றான அறுவை மருத்துவத் ''துணைக்'' கருவிகளின் ஒழுங்கியக்கத்திலிருந்து தொடங்கிதான் சைபர்னெத்தியத்துடன் எனக்குப் பரிச்சயம் ஏற்படலாயிற்று. பிற்பாடு செயற்கை நுரையீரல்கள், தானியங்கி உணர்வொழிப்புத் தொகுதிகள்[anesthetic units] முதலான பல கருவிகளின் அமைப்புத் திட்டங்களும் புனைவரைகளும் எனக்குக் காட்டப்பட்டன. இக்கருவிகளின் இயக்கம் நோயாளியின் உடலமைப்பாலேயே ஒழுங்கியக்கப்படுகிறது; அதாவது, நோயாளியின் நுரையீரல், இருதயம், மூளை ஆகிய உறுப்புக்களின் கட்டளைகளுக்கு ஏற்ப நடைபெறுகிறது. இவ்வுறுப்புக்கள் அறுவை மருத்துவத்துக்கு அவசியமான கிரமங்களைத் தோற்றுவித்து அவற்றைப் பிறழாது நிலவச் செய்கின்றன.

இதற்குப் பதில், உடலின் ஓர் உறுப்பு கோளாறடைந்ததும் கருவிகளே உடலமைப்பின் செயற்பாட்டை ஒழுங்கியக்குவதும் உண்டு. அது போன்ற சந்தர்ப்பங்களில் வெளியிலிருந்து கட்டளை அளிக்கப்படுகிறது. உதாரணமாய் இக்கட்டளையின்படி இருதயம் ஒழுங்கு முறைப்படி துடிக்கச் செய்யப்படுகிறது. உள்ளுறுப்புக்களுக்கும் அங்கங்களுக்கும் மாற்றாக, செயற்கை அமைப்புகளைத் தயாரிப்பதிலும், சைபர்னெத்தியத்தின் மருத்துவத் துறை பிரயோகத்தைக் காணலாம்.

மின்னணு மருத்துவர்

துவக்க நிலையிலே நோயை அறிவதே வெற்றிகர சிகிச்சைக்குச் சிறந்த வழியென மருத்துவர்கள் கூறுகிறார்கள். அறுவை அறையிலுள்ள மிக உயர்ந்த இயந்திர சாதனங்களையும்விட பிழையற்ற நோய் நிர்ணயமே முக்கியமானது. மருத்துவத்தின் எதிர்காலம் நோய் நிர்ணய இயந்திரங்களிடமே உள்ளதெனச் சொல்கிறார்கள்.

மின்னணு முறையிலான நோய் நிர்ணயத்தில் மருத்துவர்கள் ஏன் இவ்வளவு ஆர்வம் கொண்டுள்ளனர் என்று உண்மையில் எனக்கு முதலில் புரியவே இல்லை. எவ்வளவுதான் சிறந்த தானியங்கிப் பொறியாயினும், மருத்துவர் ஒருவர் காட்டக்கூடிய சிரத்தைக்கும் பரிவுக்கும் ஈடாக முடியுமா என்று எண்ணினேன்.

''நமக்கு ஏன் 'மின்னணு மருத்துவர்கள்' என்று கேட்கிறீர்கள்?'' என்றார் பேராசிரியர் அமோசவ். மருத்துவர் முதலில் செய்த நோய் நிர்ணயம் சரியல்ல என்பது நோயாளிக்கு அறுவை மருத்துவம் செய்கையில் தெரிய வருவதைப் பல சந்தர்ப்பங்களில் பார்க்கிறோம். மனிதனுக்குள்ள பலவீனம் மருத்துவருக்கு இருக்கத்தானே செய்யும்? குறிப்பிட்ட ஒரு நோயையோ அதன் அறிகுறிகளையோ அவர் மறந்துவிடக்கூடும்; அல்லது கவனிக்காமல் இருந்துவிடலாம்; அல்லது தவறுதலாகவும் புரிந்து கொண்டிருக்கலாம்.''

இயந்திரத்திற்கும் மனிதனுக்குமிடையே போட்டியை நடத்திய பெயர் பெற்ற பிரெஞ்சு சைபர்னெத்தியரான பிரான்சுவா பெஷா [Francois Paycha] இதனை நிரூபித்துக் காட்டினார். அவர், கருவிழிப்படலத்தில் [cornea] ஏற்படும் பல்வேறு நோய்களின் 800 அறிகுறிகளை ஒரு கணிப்பியந்

திரத்துக்கு ஊட்டினார்; நோயாளியின் நிலையைப் பற்றிய விவரமான தகவல்களையும் அதற்கு அளித்தார்.

மருத்துவரும் இயந்திரமும் செய்த நோய் நிர்ணயம் ஒரே மாதிரியாகத்தானிருந்தது. ஆனால், இயந்திரம் மிக அபூர்வ வகையைச் சேர்ந்த நான்கு நோய்களைக் கூடுதலாய்த் தெரிவித்தது.

''இவற்றை நான் மறந்துவிட்டேனே!'' என்று அந்த மருத்துவர் வியந்து கொண்டார். ''இவற்றை எப்படி நான் சிந்திக்காமல் விட்டேன்?''

அவரது மறதியின் காரணம், மனித நினைவாற்றலின் தன்மையிலேயேதான் அடங்கியுள்ளது: மீண்டும் மீண்டும் கூறப்படாதவை நினைவிலிருந்து நழுவிவிடுகின்றன. தெரிந்த தகவலாய் இருப்பினும், அது தக்க நேரத்தில் நினைவிற்கு வருமா என்பது பல புறக் காரணங்களைப் பொறுத்துள்ளது. களைப்புற்றோ கவலைகொண்டோ இருப்பவருக்கு ஞாபக மறதி அதிகமாய் இருக்கும். ஆனால் இயந்திரம் உணர்ச்சி வயப்படுவதில்லை; களைப்படைவதில்லை; ஒருபால் சாயாமல் முற்றிலும் நடுநிலையுடன் அது நோய் நிர்ணயம் செய்கிறது. ஆகவே நோய் நிர்ணய இயந்திரங்களில் மருத்துவர்கள் அக்கறை கொண்டுள்ளதில் வியப்பில்லை.

ஆனால் இயந்திர முறையில் நோய் நிர்ணயித்தல் சுலபமானது என்று யாரேனும் கருதினால், அது பெருந் தவறாகும். நோயின் அறிகுறிகள் எண்ணற்றவை. பிரதான அறிகுறிகளும், துணை அறிகுறிகளும் உள்ளன. இவை பல வழிகளில் இணைந்தும் இருக்கும். ஒவ்வொரு நோயுக்கும் பல்வேறு வகைகள் உண்டு. நோயின் அறிகுறிகளை ஒப்பிடுவதிலும் மதிப்பிடுவதிலும் மனிதன் பெரும் அளவிற்கு நெகிழ்வு காட்டுகிறான்; எண்ணிலடங்கா உண்மை விவரங்களின் தொகுதியிலிருந்து

அந்தந்த நோயுக்குமுரிய தனி இயல்புகளை இனங் கண்டு கொள்கிறான். நவீன கணிப்பியந்திரங்களால் இதனைச் செய்ய முடிவதில்லை.

மனித மூளை சமாளிக்கக் கூடிய அளவைக் காட்டிலும் அதிகமான தகவல்களைக் கணிப்பியந்திரத்துக்கு ஊட்ட முடியும். பல்வேறு விவரங்களையும் இணைப்பதில்தான் சிரமம் உள்ளது. இயந்திரத்தைப் பொறுத்த வரை, ஓர் உண்மையை நினைவிலிருத்திக் கொள்வதானாலும், இரு உண்மைகளுக்கிடையிலுள்ள இணைப்பை நினைவிலிருத்திக் கொள்வதானாலும் இரண்டும் அதற்கு ஒன்றேதான். இயந்திரத்தின் ''நினைவில்'' இரண்டும் ஒரே அளவு இடத்தைத்தான் எடுத்துக் கொள்கின்றன. இயந்திரங்களுக்குத் தகவல் சேமிப்பு ஆற்றல் அதிகமில்லை.

கணிப்பியந்திரங்கள் அதிவேகமாய் இயங்குவது மெய் தான்; எனினும், ஒப்பளவில் இயந்திரத்தின் மிகக் குறைவான ''கணக்கீட்டுச் சேமிப்பை'' உபயோகித்துக் கொள்ளும் கணக்கீடுகள் மட்டும்தான் உடனடியாக அதே கணத்தில் செய்யப்படுகின்றன என்பதைப் பலரும் அடிக்கடி மறந்து விடுகிறார்கள். ''நிரந்தரச் சேமிப்பிலிருந்து'' தகவல்களைத் தேடிப்பிடிக்க அதற்கு நீண்ட நேரமாகிவிடுகிறது; சில வேளைகளில் மனிதனுக்கு மிக எளிதாயிருக்கும் சில பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கக் கணிப்பியந்திரத்துக்கு நீண்ட காலம் தேவைப்படுவதுண்டு.

உதாரணமாய், உரால்-1 சோவியத் கணிப்பியந்திரம் ஒரு நோயை நிர்ணயிப்பதற்கு இரண்டரை மணிநேரம்கூட எடுத்துக் கொள்கிறது. கீவ் கணிப்பியந்திரத்துடன் ஒப்பிட்டால், அது வேகமான இயந்திரம் அல்ல என்பது உண்மை தான்—கீவ் கணிப்பியந்திரத்துக்கு இரண்டு நிமிடமே ஆகிறது.

ஆனால் முக்கால் பங்கு வேலையை மருத்துவரே செய்து முடித்த பிறகுதான் இவ்வியந்திரம் இந்த வேகத் திறனுடையதாக முடிகிறது. நோய் நிர்ணயிக்கும் மருத்துவர் பல்வேறு நோய்களுக்குமான அறிகுறிகளை அவற்றின் முக்கியத்துவத்துக்கும் பொருத்தத்துக்கும் ஏற்ப அட்டவணை தயாரித்து, தனது தர்க்கவாத சிந்தனையின் அடிப்படையில் செயல்முறைகளுக்கான திட்டத்தைவகுத்து, அதனை இயந்திரத்தின் மொழியில் பெயர்த்து, அதற்கு ஊட்ட வேண்டியிருக்கிறது.

வேலையில் இது ஒரு பெரும் பகுதியாகும்; அதுவும் மிகுந்த முயற்சி தேவைப்படும் பகுதியாகும். உதாரணமாக, நோய் அறிகுறிகளின் அட்டவணையை எடுத்துக் கொள்வோம். இருதய நோய்களின் அறிகுறிகளில் தொண்ணூறை மட்டும் பல்வேறு வகையில் இணைத்து, பேராசிரியர் அமோசவ் வெவ்வேறான 156 இருதயக் கோளாறுகளின் அட்டவணையை வகுத்துக் காட்டினார்.

நோயாளியின் நோய் அறிகுறிகள் இயந்திரத்திற்கு ஊட்டப்படுகின்றன; அது, தன் சேமிப்பில் பொருத்தப்பட்டுள்ள 156 நோய் அறிகுறித் தொகுதிகளுடன் அவற்றை ஒத்திட்டுப் பார்க்கிறது. தக்கத் தகவல்களை ஆய்ந்து, சீர்தூக்கிப் பார்த்து, அறிவிக்கப்பட்ட அறிகுறிகளுடன் மிக நெருங்கிய தொடர்புள்ள ஐந்து நோய்களை அது தேர்ந்தெடுக்கிறது. இவ்வாறாக, இயந்திரம் ஐந்து நோய்களை நிர்ணயித்து, ஒப்பளவில் அவற்றின் நம்பகத் தன்மையையும் குறிப்பிட்டுக் காட்டுகிறது. முடிவுகளைப் பரிசீலித்து, மிகவும் சரியான நோய் நிர்ணயத்தைத் தெரிந்தெடுப்பது மருத்துவருக்குரிய வேலையாகும்.

மருத்துவரின் பங்கு கணிசமானதாகும். இது செயல் வழிப்பட்டது மட்டுமின்றி, ஆக்க வழிப்பட்டதுமாகும்;

இதற்கு சிந்தனை தேவைப்படுகிறது. அவரது முடிவுதான் இறுதியானது.

''அப்படியானால், 'சிந்திக்கும்' திறனுடைய இந்த நோய் நிர்ணய இயந்திரத்தாலுங்கூட மருத்துவரை அப்புறப் படுத்திவிட முடியாது; இல்லையா?'' என்று நான் சற்று ஆறுதலடைந்தவளாய்க் கேட்டேன்.

''முடியாதுதான்'' என்றார் பேராசிரியர் அமோசவ் புன்சிரிப்புடன். ''ஏன் அது மருத்துவரை அப்புறப்படுத்த வேண்டும்? மருத்துவரை அது மேலும் திறனுடையவராக்கு கிறது. ஒரு நாள் நாங்கள் எங்களுடைய நோய் நிர்ணய இயந்திரத்தைப் பரிசோதிப்பதென முடிவு செய்தோம். எங்கள் மருத்துவமனையிலிருந்த பழைய நோய்க் குறிப்பு களிலிருந்து 25 பேருடைய விவரங்களை இயந்திரத்திற்கு ஊட்டினோம். நோய் நிர்ணயத்தில் அதற்குள்ள திறனைத் தெரிந்து கொள்வதற்காக இதைச் செய்தோம். இயந்திரத் தின் நோய் நிர்ணய முடிவுகள், எங்களது மருத்துவர்களின் முடிவுகளை ஒத்திருந்தன. ஆனால், வேறொரு மருத்துவமனை யிலிருந்து இதே போல நோயாளிகளுடைய விவரங்களை ஊட்டிச் சோதித்ததில், இயந்திரத்தின் நோய் நிர்ணயங்கள் அந்த மருத்துவமனையின் மருத்துவர்களுடைய முடிவுகளி லிருந்து வேறுபட்டன. அதாவது, அந்த நோயாளிகளுக்கு சிகிச்சை செய்த மருத்துவர்களின் கருத்துக்கள், இயந்திரத் தின் கருத்துக்களிலிருந்து மாறுபட்டன.

''நோயாளிகளைப் பரிசீலிக்கும் முறைகள் வேறுபட்ட தாக இருந்ததே இதற்குக் காரணம் என்பதைக் கண்டோம். மருத்துவர்கள் தங்களுடைய நோயாளிகளைப்பற்றிய அவசிய மான விவரங்களை வெவ்வேறு வழிகளில் சேகரிக்கின்றனர். எனவே, தேவையான தகவல்களை மருத்துவர்களின் மூலமாய்

அல்லாது, கருவிகளின் மூலமாய் இயந்திரம் நேரடியாகவே பெறுவதுதான் சிறந்ததெனை நாங்கள் கருதினோம். மருத்துவருடைய மனித அகவழி மதிப்பீடுகளை இவ்விதம் தவிர்த்துக் கொண்டுவிடலாம். இப்பொழுது நாங்கள் இவ்வேலையில் தான் ஈடுபட்டிருக்கிறோம். இயந்திரத்தின் செயல்திட்டத்தை வகுப்பதும் தேவையான விவரங்களை அதனுள் சேமித்து வைப்பதும் பாதி வேலைதான். இயந்திரத்தை நாங்கள் இப்பொழுது நேரடியாக அளவைக் கருவிகளுடன் இணைத்து, அவற்றின் அளவீடுகளைப் பகுத்தாராய அதற்குக் கற்றுக் கொடுக்க விரும்புகிறோம். அப்பொழுது, நோய் நிர்ணயம் பிழையின்றி இருக்குமெனை நாம் எதிர்பார்க்கிறோம். இன்று நிகழ்வது போல, எத்தனை மருத்துவர்கள் உள்ளனரோ, அத்தனை அபிப்பிராயங்கள் தெரிவிக்கப்பட மாட்டா. அகவழிப் போக்குடையோராய் இருக்கிறார்களென மருத்துவர்களைக் குறைகூற வேண்டியிருக்காது. இயந்திரத்தின் முற்றிலும் கறாரான தர்க்கவழி முடிவுகளுக்குப் புறம்பாகப் போக வேண்டிய நிலைமை ஏற்படாது.''

ஆரோக்கியத்தின் சமன்பாடுகள்

''இரத்த அழுத்தத்தை அளத்தல், எக்ஸ்-ரே படங்கள் எடுத்தல், மின் இருதய நெளிவரைகள் [electro-cardiograms] பதிவு செய்தல் ஆகிய இவையெல்லாம் சோதனைக்கூட உதவியாளர்களின் வேலைகள். இயந்திரங்கள் இவ்வேலைகளைச் செய்ய வேண்டுமா? வேண்டாம், மருத்துவ சைபர்னெத்தியம் வளர வேண்டிய பாதை, என் கருத்துப்படி, இதுவல்ல.'' விஷ்னேவ்ஸ்கிய் அறுவை மருத்துவக் கழகத்தின் சைபர்னெத்திய ஆய்வுக்கூடத் தலைவரான பேராசிரியர் மிஹயீல்

பிஹோவ்ஸ்கிய் கணப்பொழுது பேச்சை நிறுத்திப் பிறகு திரும்பவும் தொடர்ந்தார்: ''நோய் நிர்ணய முறையை மேம் படுத்த வேண்டும், மிகச் சிறந்த மருத்துவர்களைக் காட்டிலும் திறம்பட இயந்திரங்களையே நோய் நிர்ணயம் செய்ய வைக்க வேண்டும் என்பதுதான் எங்கள் நோக்கம். சுருங்கக் கூறின், 'கணித முறையில்' சிந்திக்கும் நோய் நிர்ணய இயந்திரமே நாங்கள் விரும்புவது. பல அறிகுறித் தொகுதிகளையும் கவனித்து 'ஆம்' அல்லது 'இல்லை' என்கிற எளிய அடிப் படையில் பொருத்தமானவற்றைத் தேடியெடுப்பதற்குப் பதிலாக, நோயை அது கணித்தறிய வேண்டும்.''

உரால்-2 கணிப்பியந்திரம் பேராசிரியர் பிஹோவ்ஸ்கி யின் ஆய்வுக்கூடத்திலுள்ள பிரதான சாதனங்களில் ஒன்று. கணிதச் சூத்திரங்களின்படி நோய்களைக் கணிக்க இதை அவர் பயன்படுத்திக் கொள்கிறார். ஆய்வுக்கூடத்தில் மருத்து வர்களும் கணிதவியலாளர்களும் உள்ளனர். அந்த ஆய்வுக் கூடம் அறுவை மருத்துவக் கழகத்தைச் சேர்ந்ததே என்றா லும், இருதய நோய் நிர்ணயத்தைத் தானியங்கி முறையில் செய்வதென்ற அதன் பணி முற்றிலும் வைத்தியத் துறைப் பணியே என்றாலும், இங்கு உள்ளவர்களில் கணிதவியலாளர் களே பல வழிகளிலும் மிகவும் முக்கியமானவர்கள்.

கீவில் இந்தப் பிரச்சினையை மருத்துவக் கோணத் திலிருந்து அணுகுகின்றனர். அதாவது, மருத்துவர்களின் தேவைகளுக்கேற்ப சைபர்னெத்தியர்கள் தங்கள் தீர்வுகளை உருவமைத்துக் கொள்கிறார்கள். மாஸ்கோவில் கணித வழியில் அணுகுகிறார்கள். அதாவது, மருத்துவரின் தர்க்கவழி சிந்தனையைக் கணித உருவில் மாற்றியமைப்பதோடு, புதிய, கணித வழியிலான நோய் நிர்ணய முறைகளையும் வகுப்பதே நோக்கமாகும்.

கணிதமும் மருத்துவமும் இப்படி ஒன்றுசேர்கையில், மெய்யாகவே சில நூதனமான கற்பிதங்கள் தோன்றிவிடுகின்றன; ''நோய் மதிப்பு மாறிகள்'', [disease variables], ''நோய் நிலை மாறுபாடுகளின் படிச் சித்திரம்''[phase portrait of changes in pathological state], ''சுக நிலை, நோய் நிலைக் குறிப் புள்ளிகளின் சம்பாவித அளவு அடர்த்தி'' ஆகியவை போன்ற தொடர்கள் சாதாரண ஆள் சாரப் பொருளைப் புரிந்து கொள்ள உதவுதாயில்லை. ஆயினும் இந்தக் கணிதச் சொற்கள் விரைவில் உயிருரு பெற்று நோயைப் பற்றிய துல்லியமான கண்கூடான சித்திரமாக உருப் பெறுகின்றன.

நீங்கள் ஆரோக்கிய நிலையில் இருக்கிறீர்கள்: உங்கள் உடலின் வெப்பநிலை 36.6 டிகிரி சென்டிகிரேட் (அல்லது, 97.9 டிகிரி பாரன்ஹைட்); உங்கள் நாடித்துடிப்பு நிமிடத்திற்கு 70; இரத்த ஹிமோகுளோபின் உள்ளடக்கமும், அழுத்தமும் சகஜ நிலையில் உள்ளன. உங்கள் உடல் நிலை பற்றிக் குறிப்பெடுக்க எவ்வளவு அவகாசம் வேண்டியிருக்கிறது பாருங்கள். இதே விவரங்களைச் சுருக்கமாய் $x_1 = 36.6$, $x_2 = 70$ என்ற அலகுகளில் குறிக்கலாம். இவ்வளவினங்களை அவற்றுக்குரிய புள்ளிகளாகக் காட்டி ஆயத்தொலை அச்சுகளைக் கொண்டு இன்னுங்கூட கண்கூடான உருவம் பெறச் செய்யலாம். உங்களுக்கு உடல் நலமில்லை என்ருல், x அளவினங்கள் மாறுகின்றன; ஆயத்தொலை அமைப்பில் அவற்றைக் காட்டும் புள்ளிகள் புதிய இடங்களுக்கு மாறுகின்றன. இவ்வாறு, ஆரோக்கியமான அல்லது நோய் வாய்ப்பட்ட உயிரமைப்பின் நிலைகளைப் பட வடிவில் வரைந்து காட்டலாம்.

தொடர்ந்து பல நாட்கள் இத்தகைய படங்கள் வரையப்படுமாயின், அவை பல புள்ளிகளும் இடம் பெயர்ந்து செல்வதைக் காட்டும். கணித மொழியில் கூறினுல், தனித் தனிப்

புள்ளியின் வீச்சுப் பாதை [locus] நமக்குக் கிடைக்கிறது. இப்பாதைகள் யாவற்றையும் ஒருசேரக் காணும்போது, நமக்கு நோயின் படிச் சித்திரம் கிடைக்கிறது.

உடல்நிலையை விவரிக்கும் பண்புப் புள்ளிகள் படத்தின் ''ஆரோக்கிய மண்டலத்திலிருந்து'', ''நோய் மண்டலத்திற்கு'' நகர்ந்தால், நோய் முற்றி வருகிறது என்று பொருள். பண்புப் புள்ளிகள் பிறகு ஏதேனும் ஒரு பகுதியில் முடிவாக நின்றுவிடுமாயின், நோய் நிரந்தரமாகிவிட்டது என்று பொருள். இதற்கு எதிர்மாறான போக்கு, நோயாளி குணமடைந்து வருவதைக் குறிக்கும்.

இவ்வாறாக நோயின் நடப்பை நாம் முற்றிலும் கணித வழிகளிலேயே கண்டறிந்து கொண்டுவிடலாம். ஆனால் இதனால் நோய் நிர்ணயத்தில் பல புதிய நிலைமைகள் அவசியமாகிவிடுகின்றன. மருத்துவர் நோயாளியைப் பரிசோதித்து அவருடைய நிலை M என்றொரு புள்ளியால் குறிக்கப்படுவதாகக் காண்கிறார் என்று வைத்துக் கொள்வோம். முதற்கண் அவர் இந்தப் புள்ளி, படத்தின் எந்த மண்டலத்தில் இருக்கிறது—''ஆரோக்கிய மண்டலத்திலா'' அல்லது ''நோய் மண்டலத்திலா''—என்பதை நிர்ணயிக்க வேண்டும். நோய் நிர்ணயம் செய்தல் என்பதாக வழக்கமாய் அழைக்கப்படுவது இதுதான். ஆனால் இது துவக்க நிலையையே குறிப்பதாகும். சோதனைகளின் முடிவுகள், மருத்துவப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகள், கேள்விகளுக்கு நோயாளியின் பதில்கள் ஆகியவற்றால் அந்தப் புள்ளியின் சில ஆயத்தொலை அளவுகள் மட்டுமே மருத்துவருக்குக் கிடைக்கின்றன. ஆனால் இந்தத் தகவல்களின் உதவியால் அந்தப் புள்ளி இருக்கக் கூடிய இடத்தைத் துல்லியமாய் நிர்ணயிக்க முடியாது. இப்புள்ளி மிகப் பெரும்பாலும் இருக்க வேண்டிய மண்டலத்தை

இத்தகவல்கள் காட்டுகின்றன. இந்த மண்டலம் ஒரேவொரு நோய்க்குரிய மண்டலத்தில் இருப்பின், நோய் நிர்ணயம் பூர்த்தியாகிவிட்டது. ஆனால் பொதுவில் பல நோய்களின் அறிகுறிகளும் ஒத்திருக்கக் கூடுமாதலால், இந்த மண்டலம் பலநோய்களின் மண்டலங்களிலும் சேர்ந்ததாய் இருக்கலாம்.

''z என்ற அறிகுறி y என்ற நோயைக் குறிப்பதாகும்'' என்று சொல்லிவிட முடியாது. ''z என்ற அறிகுறி இருந்தால், நோய் அனேகமாய் y ஆகத்தான் இருக்கும்'' என்பதே பொதுவான விதியாகும். நோயாளியிடம் காணப்படும் நோய் அறிகுறிகளால் குறிக்கப்படும் சாத்தியமான பல நோய்களில் எந்த நோயினால் நோயாளி பீடிக்கப்பட்டுள்ளான் என்பதை மருத்துவர் தர்க்க வழியில் ஆராய்ந்து தீர்மானிக்கிறார். இதையே நோய் நிர்ணய இயந்திரம் துல்லியமான கணக்கீடுகளையும், முடிவில் சம்பாவிதத் தத்துவத்தின் சூத்திரங்களையும் கொண்டு தீர்மானிக்கிறது.

நோய் நிர்ணயிக்கப்பட்டபின் அடுத்துச் செய்ய வேண்டியது, சிகிச்சை முறையை வகுப்பதே. கணித வழியில் கூறினால், ''பண்புப் புள்ளியைத்'' திரும்பவும் ''ஆரோக்கிய மண்டலத்திற்கு'' வரச் செய்வதற்குப் பாதையை அமைக்க வேண்டுமென்பதே இதன் பொருள். இது போன்ற பாதைகள் பலவும் இருக்கலாம்; அவற்றில் சிறந்த ஒன்றைத் தெரிந்தெடுப்பதே—அதாவது சிறந்த சிகிச்சை முறையை வகுப்பதே—இயந்திரத்தின் பணியாகும். கணிதத்தின் உதவி கொண்டே இப்பணியும் செய்யப்படுகிறது.

இயந்திர நோய் நிர்ணயமானது, நோயை நிர்ணயம் செய்வதோடு நின்றுவிடுவதல்ல என்பது புலப்படுகிறது. சிகிச்சை முறையை வகுத்தபின், நோயாளிக்கு அந்தச் சிகிச்சையால் ஏற்படும் விளைவுகளைக் கண்டறியவும் சிகிச்சையில்

மாற்றங்கள் தேவைப்படுமாயின் அவற்றை நிர்ணயிக்கவும் இயந்திரத்தைப் பயன்படுத்த முடியும். நோய் நிர்ணய இயந்திரத்தை இவ்வாறு ''நோய்க் கட்டுப்பாட்டு'' இயந்திரமாக்கிக் கொண்டுவிடலாம்.

''அதெல்லாம் சரிதான்'' என்றார் பேராசிரியர் பிஹோவ்ஸ்கிய். கணிதவியலாளரான, கறாரான விஞ்ஞானங்களின் பிரதிநிதியான பிஹோவ்ஸ்கிய், அவருடைய சொற்களிலேயே கூறுவதெனில், நடைமுறை சாத்தியமானவற்றில் சிந்தனையைச் செலுத்தும் எதார்த்தவாதியாவார். ''நோயாளிகளுக்குச் சிகிச்சையளிக்கும் பணியை மருத்துவர்களுக்கே விட்டுவிடுவோம், நம்முடைய நாட்டமெல்லாம் நோயை நிர்ணயம் செய்வதே. கணித வழியில் இயந்திரங்கள் நோய்களை நிர்ணயித்துச் சொல்ல வைப்பதே நமது பணி'' என்றார்.

''இவ்வேலையை மனிதனே செய்துவிட முடியாதா? இயந்திரத்தைப் போன்றே, சூத்திரங்களைக் கொண்டு கணக்கிட்டு, புள்ளிகளிட்டு வரை கோடுகளை வரைந்து, நோயைக் கணித்துவிட முடியாதா?'' என்று நான் கேட்டேன்.

''முதற்கண், அதைப் போன்ற கணக்கீடுகளை மருத்துவர்கள் செய்வதெனில், அவர்களுக்கு உயர் கணிதம் போதித்தாக வேண்டும்'' என்று பேராசிரியர் பிஹோவ்ஸ்கிய் பதிலளித்தார். ''இரண்டாவதாக, அப்படியே சர்வகலவல்லுநர்களைப் பயிற்றுவித்தாலும்கூட, விநாடிக்கு 5,000 கணிதச் செய்மானங்கள் வீதம் கணக்குப் போடும் இயந்திரத்திற்கு இணையாக அவர்களால் செயல்பட முடியாது. மின்னணு மருத்துவர்களாகிய இந்த இயந்திரங்களே நோய் நிர்ணயங்கள் செய்யட்டும். தவிரவும் மருத்துவமனைகளின் வேலைகளைப் பகுத்தாய்ந்து தொகுப்பது போன்ற ஏனைய பல பணிகளும் இந்த இயந்திரங்களுக்கு உள்ளன.''

மருத்துவர்களின் நேரத்தைக் கொள்ளை கொள்ளும் ஆயிரம் ஆயிரம் நோய் வரலாற்றுக் குறிப்புக்கள் பயனின்றித் தூசு படிந்து கிடக்கின்றன. இளம் மருத்துவர்களுக்கு மிகவும் உதவக் கூடிய எண்ணற்ற அரிய தகவல்கள் அவற்றில் அடங்கியுள்ளன. ஒவ்வொரு மருத்துவரின் அறிவும் அனுபவமும் அனேகமாய் அவருக்கு மட்டுமே உரியதாகவே இருந்து விடுகின்றன. இந்தத் தகவல்களை எல்லாம் பகுத்தாய்வதிலும் சேமித்து வைப்பதிலும் இயந்திரங்களை நாம் பயன்படுத்தலாம். இவ்வாறு, இயந்திரங்கள் மருத்துவ நடைமுறைக்கும் மருத்துவத் தத்துவத்துக்கும் பணியாற்ற முடியும்.

சைபர்னெத்திய ஆய்வக ஊழியர்கள் இத்திசையில் நடவடிக்கை எடுத்தனர். கணிப்பியந்திரத்தின் நினைவாற்றல் (தகவல் சேமிப்பு), தர்க்க வழியில் செயல்படுவதற்கான ஏற்பாடுகளுடன்கூட அவர்கள் ''அனுபவ சேமிப்பு'' ஒன்றையும் சேர்த்துக் கொண்டனர். இந்த இயந்திரத்தின் தத்துவார்த்தப் பகுத்தாய்வுச் செயல்திட்டத்துக்கு அடிப்படையாக அவர்கள் 700 நோய் வரலாற்றுக் குறிப்புகளை அதற்கு ஊட்டினர். இந்த ஆரம்பச் சோதனைகள் வெற்றிகரமாய் அமைந்தன. இயந்திரத்தின் பிழையற்ற பதில்கள் 80-90 சதவீதமாய் உள்ளன.

நோய் நிர்ணய இயந்திரங்கள் மற்றும் பல செயல் துறைகளிலும் மனித மருத்துவர்களைக் காட்டிலும் திறம்பட வேலை செய்யக் கூடியவை. மின் இருதய நெளிவரைகளைப் பகுத்தாய்வது இத்துறைகளில் ஒன்றாகும். இருதயச் செயற்பாட்டின் மின் பதிவான இந்த நெளிவரையை நீங்கள் பார்த்திருப்பீர்கள். மருத்துவர் இதனைப் பார்த்து இருதயத்திலுள்ள கோளாறைக் கண்டு கொண்டுவிடலாம். உதாரணமாய் இருதயத்தின் இடது பக்கக் கீழறை பெரிதாகிவிட்டதை அவர்

கூறிவிட முடிகிறது. அனுபவமிக்க மருத்துவரால் இன்னும் சின்னஞ்சிறு கோளாறுகளையுங்கூட கண்டு கொள்ள முடி கிறது. இந்தப் பதிவுப் படத்தில் விவரிக்கப்பட்டிருப்பதைத் தவிர அதிகமாய் வேறு எதையும் எந்த மருத்துவராலும் கண்டுபிடித்துக் கூறிவிட முடியாது. ஆனால் இயந்திரத்தால் இதனைக் கண்டறிந்து கூற முடிகிறது.

மின் இருதய நெளிவரையை ஒரு இயந்திரத்தைப் பகுத் தாயச் செய்தால், அது அந்த நெளிவரையை எளிய சிறுசிறு பகுதிகளாய்ப் பகுக்கிறது. இப்பகுதிகள் ஒன்றுசேர்ந்திருக் கையில் புலப்படாதவாறு கலக்கப்பட்டுவிடும் மாறுபாடுகளை அந்த இயந்திரத்தால் இச்சிறு பகுதிகளில் கண்டு கொள்ள முடிகிறது. எந்தக் கோளாறும் இருப்பதாய் நோயாளி உணருமுன்பே சில அமெரிக்க மருத்துவர்கள் இவ்வழியில் இருதயக் கோளாறு ஒன்றைக் கண்டறிந்து கூறிவிட்டனர்.

நோய் தோன்றுமுன்பே அதைக் கண்டறிவதா? உடற் கோளாறு வருமுன்பே அதைச் சொல்லிவிடுவதா?—நம்ப முடியாததாக அல்லவா இருக்கிறது?

நோய் நிர்ணய இயந்திரங்களை அமைத்திடுவதில் ஈடுபட் டிருக்கும் இரு ஆய்வகங்களுக்குச் சென்றிருந்தேன். அங்கு நான் உயிரியல் சைபர்னெத்தியத்தின் இரு கருத்தோட்டங் களைத் தெரிந்து கொண்டேன்.

ஒரு கருத்தோட்டத்தினர் பிரமிக்கத்தக்க புதிய வாய்ப்பு களால் வெகுவாய் ஊக்குவிக்கப்பட்டனர். இந்த வாய்ப்பு கள் இவர்களைச் சற்று தலை கிறுகிறுக்கச் செய்து சிறகு கட்டிப் பறக்கச் செய்தன. மேலும் மேலும் துணிவான கருத்துக்களை வெளியிட்டனர். திட்டங்கள் அடித்து மோதிக் கொண்டு உருவாயின. ஒவ்வொன்றும் முன்னதைக் காட்டி லும் வியப்பூட்டுவதாய் இருந்தது. இன்று இத்திட்டங்கள்

நடைமுறை சாத்தியமற்றவையாக இருக்கலாம்—இந்த அறிஞர்கள் தமது கனவுகளில் இக்காலத்துக்கும் இன்றைய வாய்ப்புகளுக்கும் நெடுந் தொலைவு முன்னால் ஓடுகிறவர்கள். இத்தகைய ஓர் ஆய்வகத்தில் செயற்கை நைலான் மின்னணு இருதயம் போன்ற நம்பற்கரிய திட்டங்கள் பலவற்றையும் நிச்சயம் காணலாம்.

மற்றொரு கருத்தோட்டத்தினர் சைபர்னெத்தியத்தை ஆராய்ச்சி வேலைகளுக்காக இயற்கையிடமிருந்து பெறப் பட்ட வசதியான மற்றொரு கருவியாகக் கருதுகின்றனர். இவர்கள் தமது திட்டங்களை விவாதிக்க விரும்பவில்லை. வருங் காலத்தை ஊகித்துக் கூற இவர்கள் பிடிவாதமாய் மறுக்கின் றனர். ''திட்டமிட்டுப் பரபரப்பான தகவல்கள்'' பெறத் துடிக்கும் பத்திரிகையாளர்களின் அடங்காத ஆவல் அவர் களுக்குப் பிடிப்பதில்லை. தமது திட்டங்கள் குறித்து விவாதிக் கத் தயங்கும் அவர்கள் சுருக்கமான ஒரு சில கருத்துரை களைக் கூறி நழுவிவிட முயலுகிறார்கள். வெளிப் பார்வைக்குச் சாரமற்றவையாகத் தோன்றும் அவர்களுடைய சிந்தனை யைக் கிளரிவிட்டுப் பார்த்தால் அடியில் மலைப்பூட்டும் கருத்துக்கள் ஏராளமாய் இருப்பதைக் காணலாம். எந்தப் பாதையில் சென்றாலும் அதியற்புதக் கண்டுபிடிப்புகளையும் வியத்தகு இணைவுகளையும் வந்தடைய வேண்டியதாகிறது— சைபர்னெத்தியம் அப்படிப்பட்டதாய் இருக்கிறது. ''சிந் திக்கும்'' இயந்திரங்கள், அவற்றைத் தோற்றுவித்த மனித மூளை—இதைக் காட்டிலும் வியப்பான இணைவு இருக்க முடியுமா?

சில இயந்திரங்கள், உங்களுக்கும் எனக்கும் ஏற்படக் கூடிய அதே உடற் கோளாறுகளால் பீடிக்கப்படுகின்றன என்றால், நம்புவீர்களா?

விளைவறிவிப்பு சூட்சுமமும் உடலியலும்

நார்பர்ட் வினெர் என்பார், மனிதர்களிடமும் இயந்திரங்களிடமுமுள்ள விளைவறிவிப்பு சூட்சுமங்களை முதன் முதலாய் ஒப்பிட்டபோது, பல உயிரியலாளர்கள் ஆத்திரமடைந்தனர். பிரெஞ்சு நாட்டவரான போள் கொசா, ''நான் என் காரை ஓட்டிச் செல்லும்போது அது கீல்வாத நோயாளியைப் போல முனங்குகிறது என்றால், காருக்கு கீல்வாதநோய் என்று கூறிவிடுவதா? அல்லது, நான் வேக விசையைத் தட்டிவிடும்போது, கார்பரேட்டர் 'உஸ்'ஸிட்டால், அதற்கு ஆஸ்த்துமா என்று சொல்வதா?'' என்பதாகக் கடிந்து கொண்டார்.

போள் கொசா ஒப்பிடக்கூடாதனவற்றை ஒப்பிட்டார்; ஆகவே அதன் விளைவு அபத்தமாய் இருப்பதில் வியப்பில்லை. ஆனால், இயந்திரச் செயற்பாடு, உடல் செயற்பாடு இவை இரண்டின் ஒழுங்கியக்கி அமைப்புகளை ஒப்பிடலாம் அல்லவா? இயந்திரங்களிலுள்ள தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகள் [automatic regulators] போன்றதே நமது உடலின் நரம்பு மண்டலம்.

இயந்திரத்தின் ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமத்திலும் உடலின் ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமத்திலும் காணக் கூடிய பொது அம்சம் என்னவென ஆராய்வோமாயின், இரண்டின் செயற்பாட்டையும் ஒரே மாதிரியான கணிதச் சூத்திரங்களால் விளக்க முடிவதைக் காண்கிறோம். இந்தச் சூத்திரங்களைக் கொண்டு நீராவிப் பொறி, தானியங்கித் திருப்பு விசை, அல்லது நரம்பு மண்டலத்தின் செயற்பாட்டினை விளக்கிக் கூற முடிகிறது.

மாஸ்கோவில் உள்ள நரம்பறுவை மருத்துவ மனை ஒன்றில் மருத்துவர்களும் கணிதவியலாளர்களும் சேர்ந்து

நோயாளிகளைப் பரிசீலனை செய்கிறார்கள். நானும் அங்கு சென்றிருந்தேன்—அதிர்ஷ்டவசமாய் நோயாளியாக அல்ல. நோய் வாய்ப்பட்டோரைக் கணிதவியலாளர் பரிசீலிப்பதென்பது எனக்குச் சற்று நூதனமாகவே இருந்தது. ''உங்கள் வெப்பநிலை எவ்வளவு?'' என்பது போன்ற வழக்கமான கேள்விகளுக்குப் பதிலாய், நோயாளிகளைப் பார்த்து, ''இன்று உங்கள் உடலின் செயற்பாட்டைக் காட்டும் அளவினங்கள் எந்நிலையில் இருக்கின்றன?'' என்பது போன்ற கேள்விகள் கேட்பாரோ என்று எனக்கு வியப்பாயிருந்தது.

மருத்துவர் அறையின் கதவைத் தட்டினேன். பேட்டி மருத்துவத் தன்மையதாய் இருக்குமா, அல்லது கணிதவியலானதாய் இருக்குமா என்று எண்ணியபடி கதவைத் திறந்தேன். எல்லா மருத்துவர்களையும் போன்ற ஒருவர்தான் உள்ளே இருந்தார். மருத்துவருக்குரிய வழக்கமான கருவிகள் அவரிடமிருந்தன. கணிதவியல் பரிசோதனையை நடத்துபவர் யாராய் இருக்கும்?

''இல்லை, இல்லை, நான் கணிதவியலாளனல்ல. அவர் நோயாளியை அழைத்து வரச் சென்றிருக்கிறார்'' என்று மருத்துவர் என்னிடம் சொன்னார். ''நாங்கள் இருவருமாய்ச் சேர்ந்துதான் நோய்ப் பரிசோதனை செய்கிறோம். உண்மையில் பரிசோதனை செய்வது நான்தான், அவர் அதன் முடிவுகளைக் கணித மொழியில் பெயர்த்திடுகிறார்.''

அறைக்குள் ஒரு நோயாளி வந்தார். நாற்காலியில் அமர்ந்திருந்தபோது, அவருக்குக் கோளாறு எதுவும் இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. ஆனால் மருத்துவர் அவருக்கு சிகரெட்டை அளித்தபோது, அதை வாங்க முயன்ற அவருடைய கை சிகரெட்டைத் தாண்டிச் சென்றது. பிறகு இதே போல் எதிர்த் திசையில் வீசிச் சென்றது. இரு புறமும் கையை வீசி

ஆட்டிஞரே தவிர அவரால் சிகரெட்டை வாங்கிக் கொள்ள முடியவில்லை. மருத்துவர் அவருக்கு ஒரு கோப்பைத் தண்ணீர் கொடுத்தார். அவரால் அதைத் தனது வாயருகே கொண்டு செல்ல முடியவில்லை. கையை அவர் முன்னும் பின்னுமாய் வீசியபோது தண்ணீரெல்லாம் கொட்டி விட்டது.

''நோக்க நடுக்கம்'' என்று மருத்துவர் நோய் வரலாற்றுக் குறிப்பில் எழுதிக் கொண்டார்.

''எதிரலைவு'' என்று எழுதிஞர் கணிதவியலாளர். ''இரண்டும் ஒன்றுதான். ஒன்று மருத்துவ முறையிலும், மற்ருென்று கணித முறையிலுமான நோய் நிர்ணயம். அங்க அசைவுகளை இசைவுபடுத்தும் நரம்பு மண்டலப் பகுதிகளில் கோளாறு என்பதைத்தான் இரண்டும் குறிக்கின்றன'' என்று என்னிடம் கூறிஞர்.

மற்ருெரு நோயாளி வந்தார். அவருக்கு ஏதோ கோளாறு என்பது உடனே தெரிந்தது. நிதானமின்றி விஞுதமாய் நடந்தார். ஒவ்வொரு முறை அடியெடுத்து வைக்கும் போதும், காலை வெடுக்கென உதைத்துத் தேவையான அளவுக்கு மேல் முன்பக்கம் தள்ளித் தரையிலே ஊன்றிஞர். விரலிஞல் மூக்கின் நுனியைத் தொடுமாறு மருத்துவர் அவரிடம் சொன்ஞர். மூக்கிலிருந்து நெடுந் தூரம் விலகி அவர் கையை வீசிஞர்.

''ஹைப்பர்மெட்ரியா'' என்று மருத்துவர் குறித்துக் கொண்டார்; கணிதவியலாளர் தமது குறிப்புகளில் ஏதோ சூத்திரத்தை எழுதிக் கொண்டார்.

எனக்கு விளங்கும் பொருட்டு, ''இயக்கு ஒழுங்கியக்கியில் கோளாறு ஏற்படுவதற்கு மற்ருெரு உதாரணம் இது'' என்று கூறிஞர்.

அடுத்த நோயாளியும் தடுமாறிக் கொண்டு நடந்தார். ஆனால் முந்திய நோயாளியின் நடையிலிருந்து இவருடைய நடை சற்று வேறு விதமாய் இருந்தது. ஒரு காகிதத்தில் சில சொற்களை எழுதுமாறு மருத்துவர் அவரைக் கேட்டார். அவர் எழுதிய எழுத்துக்கள் கோணல்மாணலான கிறுக்கல் களாய் இருந்தன. கால்கள் மட்டுமின்றி கைகளும் அவருக்குக் கீழ்ப்படியவில்லை.

''கண்களை மூடிக்கொள்ளுங்கள்'' என்றார் மருத்துவர். பிறகு நோயாளியிடம் சென்று அவருடைய கையைப் பிடித்து மேலே உயர்த்தினார். ''உங்கள் வலக் கரம் இப்பொழுது எந்த நிலையிலுள்ளது?'' என்று கேட்டார்.

அந்த ஆள் ஒன்றும் புரியாதவராய்த் தோள்களைக் குலுக்கிக் கொண்டார்.

''கண்களைத் திறங்கள்'' என்றார் மருத்துவர். ''உங்கள் கரம் எந்த நிலையிலிருக்கிறது என்று பாருங்கள். இனி கண்களை மூடிக் கொள்ளுங்கள்; நான் கூறும் வரை கரம் அப்படியே நீட்டியபடி இருக்கட்டும்.'' அந்த ஆளைக் கவனிக்கு மாறு மருத்துவர் எனக்கு ஜாடை காட்டினார். இரண்டொரு நிமிடத்தில் அவர் கை மெதுவாய்க் கீழே தாழ்ந்துவிட்டது.

''உங்கள் வலக் கரம் இப்பொழுது எந்த நிலையி லுள்ளது?'' என்று மருத்துவர் மீண்டும் கேட்டார்.

''நீட்டியபடி இருக்கிறது'' என்று பதிலளித்தார் நோயாளி.

''புலனுணர் தகவலை அனுப்பும் பாதைகளில் குறைபாடு'' என்றார் மருத்துவர். மருத்துவ வழக்கில் இதற்கு Tabes dorsalis என்று பெயர்.''

''நரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு கோளாறுகளையும் கணிதவியலாளரான நார்பர்ட் வினெர் இவ்வாறுதான்

ஆராய்ந்திருக்க வேண்டும்'' என்று நான் நினைத்துக் கொண்டேன். புகழ்பெற்ற உடலியலாளரான அர்த்தூரோ ரொஸன் புளூத்தின் நரம்பு நோய் மருத்துவமனையில் அவர் பல மாதங்கள் வேலை செய்தவர் என்பது எனக்குத் தெரியும். டாக்டர் ரொஸன்புளூத் நோயாளிகளைப் பரிசோதித்தபோது அவரும் உடனிருந்தார். நரம்பு நோய்களில் பலவற்றின் அறிகுறிகள், தானியங்கிச் சூட்சுமங்களில் ஏற்படும் கோளாறுகளின் அறிகுறிகளை வியக்கத்தக்கவாறு ஒத்திருக்கின்றன என்பதை அப்பொழுது உணரலானார்.

உதாரணமாய், கப்பலின் தானியங்கித் திருப்பு விசையை எடுத்துக் கொள்வோம். குறிப்பிட்ட பாதையில் கப்பல் செல்லும்படிச் சுக்கானைத் திருப்பிக் கட்டுப்பாடு செய்யும் இந்த விசையில் தவறு ஏற்படுவதாய் வைத்துக் கொள்வோம். கப்பலின் பாதையைச் சரிசெய்ய இந்தத் தானியங்கித் திருப்பு விசை சுக்கானை வலதுபுறம் பத்து டிகிரிக்குத் திரும்பச் செய்கிறது. ஆனால் அளவுக்கு மீறிய திருத்தமாதலால், கப்பல் அதன் பாதையிலிருந்து மறுபடியும் விலகிவிடுகிறது. திரும்பவும் திருத்தம் அவசியமாகித் தானியங்கி விசை சுக்கானை எதிர்த்திசையில் திருப்புகிறது; இம்முறையும் இது அளவுக்கு மீறியதாகிவிடுகிறது. இதன் விளைவாக, கப்பல் அதன் பாதையில் ஒழுங்காய்ச் செல்வதற்குப் பதில் நெளிந்து நெளிந்து செல்கிறது. இது, சிகரெட்டை வாங்க முயன்றோ, மூக்கைத் தொட முயன்றோ கையை அளவு மீறி வீசிய அந்த நோயாளியின் செயலை ஒத்திருக்கிறது அல்லவா?

தானியங்கித் திருப்பு விசையில் தவறு ஏற்படக் காரணம் என்னவென்று தெரிந்துகொள்வது கடினமல்ல. ஒழுங்கியக்கும் அமைப்புக்கு அதன் உத்தரவுகள் எந்த அளவுக்கு நிறைவேற்றப்பட்டுள்ளன என்பதை அறிவிக்கும் தகவல் போக்கு

வரத்திலுள்ள கோளாறுதான் காரணம். உத்தரவுகள் நிறை வேற்றப்படுவதை அறிவிக்கும் இந்த அமைப்பை விளை வறிவிப்பு [feedback] அமைப்பு என்கிருேம். உத்தரவுகளை நிறைவேற்றும் பொறிகளுடைய செயற்பாடு குறித்து ஒழுங் கியக்கும் அமைப்புக்குத் தகவல் சரிவர கிடைக்காவிடில், அதனுல் தக்கபடி ஒழுங்கியக்க முடியாமற் போகிறது.

இந்த ஒப்புமையை, மனித ''இயந்திரங்களுக்கும்'' (நோயாளிகளுக்கும்) கையாளலாம் என்பது தெளிவு. விளைவறிவிப்புப் பாதைகளில் (நரம்புகளில்) கோளாறுகள் ஏற்படும் காரணத்தால், ஒழுங்கியக்கும் அமைப்பின் உத் தரவுகளுக்கு ''சுக்கான்கள்'' (கை, கால்கள்) கீழ்ப்படிய வில்லை.

இவ்வாருக, மனிதர்களும் இயந்திரங்களும் ஒரே வகை யான கோளாறுகளினுல் பாதிக்கப்படலாம். மருத்துவர்கள் இவ்வுண்மையை உணரத் தலைப்பட்டுள்ளனர். இவ்வாறு உணர்ந்தபின் இந்த அரிய ஒப்புமையை நடைமுறையில் பயன்படுத்திக் கொள்வது எளிதுதானே. இயந்திரத்தில் கோளாறு இருக்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடிப்பது எளிது, ஆனுல் உயிரமைப்பில் அதைக் கண்டுபிடிப்பது அவ்வளவு எளிதல்ல. பொறியாளர் இயந்திரத்தைக் கழற்றி அக்கு அக்காய்ப் பிரித்துவிடலாம். நரம்புக் கோளாறுகளுடன் இயந்திரக் கோளாறுகளை ஒப்பிடுவதானது நரம்பு மண்டலத் திலுள்ள கோளாறுகளின் காரணத்தை நிர்ணயிப்பதற்கு மருத்துவர்களுக்கு உதவியாயிருக்கும். இந்த ஒப்புமையை நோய் நிர்ணயத்துடன் நிறுத்திக் கொள்ள வேண்டியதில்லை. ஒழுங்கியக்கும் பொறிகளைப் பழுதுபார்க்கும் முறைகளுக்கு ஒப்பான முறையில் ''சைபர்னெத்திய'' நோய்களைக் குண மாக்கிவிடக் கூடிய காலம் வருமென்று சில மருத்துவர்கள் ஏற்கனவே கனவு காண்கின்றனர்.

எந்தத் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கியிலும் சீராக்கும் திருப்பிகளும் விசைகளும் உள்ளன. நமது உடலுக்கும் இத்தகைய ''திருப்பிகள்'' உண்டு; மிகச் சிறந்த இயந்திரத்துக்கு இருப்பதைக் காட்டிலும் அதிகமாய் உண்டு. பல வகையான மருந்துகளும், உயர் அதிர்வு ஜனனிகள், குவார்ட்ஸ் விளக்குகள், மின் ஊக்கிகள் போன்ற மின்சார, மின்னணுக் கருவிகளுமே இவை. மருத்துவர் இந்தச் சாதனங்களைக் கொண்டு நோயாளியின் உடலினுள் நிகழும் செயற்பாடுகளை ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமத்தைச் சீராக்க முற்படுகிறார். இன்று அவர் குருட்டு முறையிலேதான் இதைச் செய்கிறார். ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் எந்த அளவுக்குச் ''சீராக்க'' வேண்டும் என்பதை இயந்திரத்தைக் கணக்கிட்டுக் கூறச் செய்தால் என்ன?

உடலின் ஒழுங்கியக்கி அமைப்பின் (நரம்பு மண்டலத்தின்) குறைபாடுகள் காரணமாய்த் தோன்றுபவை என்று வெளிப்படையாகத் தெரியாத உயர் இரத்த அழுத்தம், வயிற்றுப் புண், கழுத்துக் கழலை போன்ற பல நோய்களுங்கூட இப்பொழுது ''சைபர்னெத்தியக்'' கண்ணோட்டத்திலிருந்து மறுபரிசீலனை செய்யப்பட்டு வருகின்றன.

உதாரணமாய் உயர் இரத்த அழுத்தம் சிறுநீரகச் செயற்பாட்டுக் கோளாறினால் தோன்றுவதாய்ப் பல காலமாய்க் கருதப்பட்டு வந்தது. ஆகவே சிறுநீரகத்துக்கான மருந்துகளைக் கொண்டு இதற்குச் சிகிச்சை செய்யப்பட்டது. தைராய்டு சுரப்பியின் செயற் கோளாறுகளுக்கு சிகிச்சை செய்வதற்காக தைராய்டு சத்து நோயாளியின் இரத்தத்தினுள் செலுத்தப்பட்டது.

இச்சிகிச்சைகளின் போது வெளித் தோற்றத்துக்கு மேம்பாடு ஏற்படுகிறது. ஆனால் இம்மருந்துகளை மேலும் மேலும் கூடுதலான அளவில் உட்கொண்டாலொழிய சிகிச்சை

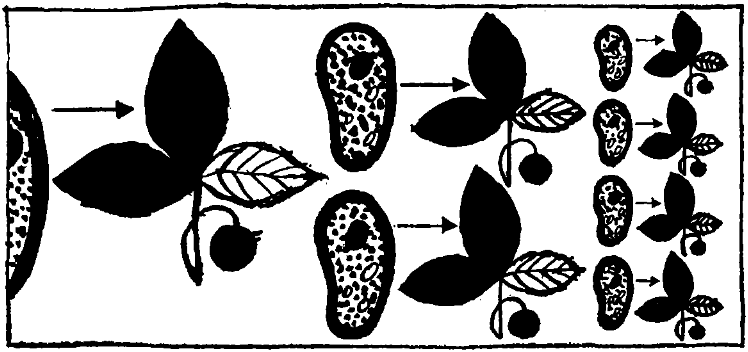
பெறுவோர் நல்லபடியாக இருக்க முடிவதில்லே. நோயின் மூல காரணம் நீக்கப்படாமல் இருப்பதால்தான் இந்த நிலைமை. இக்கோளாறுகள் உடலினுள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளை ஒழுங்கியக்கும் தானியங்கி அமைப்பு சரிவர செயல்படாததால் தோன்றுவதாய் இப்பொழுது கருதப்படுகிறது.

சிக்கலான உடலமைப்பின் இரண்டாந்தரக் கூறுகளில் ஒன்றின்மீது மட்டுமே பழைய சிகிச்சை முறையில் மருத்துவர்கள் கவனம் செலுத்தி வந்தனர். தக்க பலன் பெற வேண்டுமானல், ஒழுங்கியக்கும் முறை முழுவதின்மீதே நேரடியாகச் செயல்படுவது அவசியமாகும்.

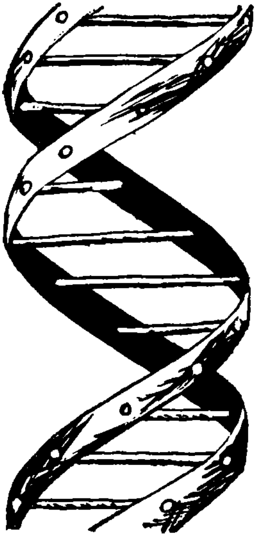
ஆகவேஇங்குள்ளபிரச்சினே தீர, நோய் நிர்ணயத்தையோ, நோயையோகூட சைபர்னெத்திய வழியில் அணுகினுல் போதாது; மனித உடலேயே சைபர்னெத்திய வழியில் அணுக வேண்டும்; அதாவது நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியத்தைப் புரிந்து கொள்ள வேண்டும். எனவே நமது பார்வையை நம்முள்ளே செலுத்தி, உயிரமைப்புகளின் சைபர்னெத்தியம் எப்படிச் செயல்படுகிறதென்று காண்போம்.

நம்முள் செயல்படும் கோடானுகோடியான தானியங்கி அமைப்புக்கள்





இஸ்பேடு, கிளாவர், டையமண்டு, ஆடுதன்



''நான் காண்பது கனவோ என்று முதலில் எண்ணினேன்; இரண்டு நண்டுகளும் சுறுசுறுப்பாய் வேலை செய்து கொண்டிருந்தன.

''கனவல்ல, உண்மைதான். மெல்லிய இடுக்கி போன்ற முன்னங்கரங்களால் அவை உலோகக் கட்டைகளைத் தொட்டன. உடனே மின் ஒளிவில் உண்டாயிற்று. அதை உபயோகித்து அவை உலோகக்கட்டைகளைத் துண்டுகளாக்கின. அத்துண்டுகளை 'லபக்' என்று தமது பெரிய வாய்களில் போட்டு அடைத்துக் கொண்டன. அவற்றினுள் ஏதோ இரைந்தது; வாய்களிலிருந்துபொறிகள்பறந்தன.

தமது இரண்டாவது ஜோடிக் கால்களினால், அந்த இயந்திரப் பிராணிகள் வாயினுள்ளிருந்து முற்றுப்பெற்ற பாகங்களை வெளியே எடுத்தன.

''குறிப்பிட்ட முறையில் அவை அந்தப் பாகங்களை அவற்றின் கீழே மெதுவாக நகர்ந்து கொண்டிருந்த மேடைகளின்மீது இணைத்துப் பொறுத்தின. ஒரு மேடையில், இரண்டு நண்டுகளையும் அனேகமாய் ஒத்திருந்த பிரதி இருந்தது; மற்றொரு மேடையில் அந்த இயந்திரப் பிராணியின் அரை குறையான உரு காணப்பட்டது.

''அடேடே, இந்தப் பிராணிகள் மெய்யாகவே இனப் பெருக்கமல்லவா செய்து கொண்டிருக்கின்றன!''

தானாகவே 'இனப்பெருக்கம்' செய்யும் இயந்திரம் உயிரணுவியல் [cytology] கழகத்தில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்று முதலில் நான் கேள்விப்பட்டபோது, அனத்தோலிய் தினெப்ரோவின் நண்டுகள் தீவில் திரிகின்றன என்ற விஞ்ஞானப் புதினத்தில் கூறப்படும் மேற்குறிப்பிட்ட சம்பவம் என் நினைவிற்கு வந்தது. இயந்திரங்கள் உயிர் பெற்று, அவை தங்களை ஆக்கியோரையே தாக்கத் தொடங்குவதாய்க் காட்டுவது பல காலமாய்ப் பலராலும் கையாளப்பட்ட ஒரு கதைப் பொருள். இதனை வைத்துப் புனையப்பட்ட ஒரு கேலிக் கதையே தினெப்ரோவின் புதினம். இக்கதையில் நண்டுகளையொத்த இயந்திரங்கள், தங்களது அச்சு உருக்களை உற்பத்தி செய்து இனப்பெருக்கம் செய்து கொள்கின்றன. பாதி பிராணியாகவும் பாதி இயந்திரமாகவும் அமைந்த இந்த விநோத ஜந்துகள் தம்மையே ஒன்றை ஒன்று விழுங்கி, முன்னிலும் சக்தி வாய்ந்த, கொடும்பசி கொண்ட அசுர இயந்திரங்களாகப் பரிணமிக்கின்றன. இறுதியில், இவை ஈவிரக்கமற்ற வாழ்க்கைப் போரில் சமாளிக்க வல்ல

உறுதியும் தகவமைப்பும் [adaptation] கொண்ட அசுர நண்டு களின் உருவமுடைய பயங்கர பூதங்களாக வளருகின்றன.

ஆனால் இன்று உண்மையாகவே 'உயிர் உள்ள இயந்திரங் கள்' செயல்படுவதைக் காணலாம். சில எளிய பொறிகளுக் கான அமைப்புத்திட்டத்தைக் கணிப்பது மட்டுமல்ல, மெய் யாகவே இனப்பெருக்கம் செய்யும் இயந்திரங்களாகும் இவை. ''பெற்றோரின்'' அசல் அச்சுருவான ''குழந்தைகளை'' இவை தோற்றுவிக்கின்றன.

உயிர்வாழ் இயற்கையில், உயிரணு பிளந்து இனப்பெருக் கம் நடைபெறுகிறது. ஓர் உயிரணு இரண்டாகப் பிளவுபடு கிறது. புதிதாக உண்டான இரண்டு உயிரணுக்களும் திரும் பவும் இரண்டு இரண்டாய்ப் பிளவுபடுகின்றன; தொடர்ந்து இவ்வாறே பிளந்து செல்கின்றன. இந்தப் பிளவினால் உயி ரணுக்களின் எண்ணிக்கை இரட்டிக்கிறது. சிறிது சிறிதாய்ப் பல்வேறு உறுப்புக்களும் உருவாகின்றன; உயிரமைப்பு முழுவதும் தோன்றுகிறது. இந்நிகழ்ச்சி முறை தனியொரு உயிரணுவிலிருந்து தொடங்குவதாகும். ஒவ்வொரு உயிரணு வும் புதியதோர் உயிரைத் தன்னுள் கொண்டிருக்கிறது. அந்தந்த உயிரமைப்பையும் உருவாக்குவதற்கு இயற்கைக்கு வழிகாட்ட வேண்டிய திட்டம் முழுவதும் அதனுள் ''எழுதப் பட்டிருக்கிறது''.

வசந்த காலத்தில் மரங்களில் புதிய மொட்டுக்கள் தோன்றுகின்றன; புதிய தளிர்கள் துளிர்த்து இலைகளும் மலர்களுமாய் வளர்கின்றன. இம்மியும் முறை பிசகாது வியக்கத்தக்கவாறு இயற்கை செயல்படுகிறது—பலவகை மலர்களையும் அவற்றிற்குரிய தனி உருவங்களில் வடித்துத் தருகிறது; ரோஜா மொட்டுக்களை எப்பொழுதும் கெட்டி யான முடிச்சுக்களாகக் கட்டுகிறது. இலையுதிர் காலம் வரு

கிறது; மலர்கள் இருந்த இடங்களில் கனிகள் பழுக்கின்றன. ஒவ்வொரு கனியிலும் அந்த உயிரின் தோற்றத்துக்கான விவரமான புதிய செயல்திட்டத்தைத் தன்னுள் கொண்ட சின்னஞ்சிறு உயிரணு ஒன்று இருக்கிறது. வசந்தம் வருகிறது; கதிரவன் காய்கிறான்; விதை முளைத்து, கண்கவர் மலர்களாகவோ, கோதுமைத் தாள்களாகவோ, மக்காச் சோளத் தண்டுகளாகவோ திரும்பவும் மாறுகின்றன. சிக்கலான நுட்ப அமைப்புடைய ஒப்புயர்வற்ற இந்த உயிரமைப்புகள் தலைமுறை தலைமுறையாக விடாப்பிடியாக மீண்டும் மீண்டும் தமது பிரதிகளைத் தோற்றுவித்துச் செல்கின்றன.

கண்ணுக்குத் தெரியாத நுண்ணிய உயிரணுவினுள் இயற்கை எப்படி இத்தனைத் தகவலையும் புகுத்திவைக்கிறது? முழு வளர்ச்சி பெற்ற சிக்கலான ஒரு பெரிய உயிரமைப்பை உருவாக்குவதற்கான செயல்திட்டத்தை எப்படி அது குறிக்கோவையாக்கி வைக்கிறது? தேவையான தகவல் அனைத்தையும் இயற்கை விவரமாய் அமைந்த குறிக்கோவையின் வடிவில் சேமித்து வைக்கிறதென்பதும், இந்தச் சேமிப்பு ஒவ்வொரு தலைமுறையாலும் அடுத்த தலைமுறையிடம் ஒப்படைக்கப் படுகிறதென்பதும் இன்று பள்ளிக்கூட மாணவர்களும் அறிந்த ஒன்றாகிவிட்டது. ''இனவழியியல் குறிக்கோவை'', ''பரம்பரை இனவழியியல் தகவல்'', ''உயிரமைப்புகளின் சைபர்னெத்தியம்'' ஆகியவை இன்று சகஜ வழக்கில் அடிபடும் தொடர்களாகிவிட்டன. ஆயினும் சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பெல்லாம் விஞ்ஞானிகள் உயிர் உலகின் இம்மாபெரும் மர்மம் புரியாமல் மண்டையைஉடைத்துக்கொண்டிருந்தனர்.

பிறகு, நமது உடலும் அதிலுள்ள உயிரணுக்களும் உண்மையில் சைபர்னெத்திய அமைப்புகளே ஆகுமென்றும்; இந்த உயிரணுக்களில் வருங்கால உயிரமைப்பையும் அதன்

வளர்ச்சியையும் குறித்த விவரமான தகவல்கள் குறிக்கோவைகளாய்ச் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளனவென்றும் கூறும் கருத்து எச்சரிக்கையுடன் முன்வைக்கப்பட்டது. உயிரியல் துறையின் வரம்பைக் கடந்து பிரபலமடைந்துவிட்ட பரபரப்பூட்டும் கருத்தாய் இது எங்கும் பரவிற்று. பௌதிகவியலாளரான ஈகர் டாம் என்பவர் இனவழியியல் குறிக்கோவை குறித்து நிகழ்த்திய உரைகளைக் கேட்பதற்காக மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகத்தில் பெருங்கூட்டமாய் மக்கள் குழுமியதில் வியப்பில்லை. விஞ்ஞானிகளும் மாணவர்களும் ஒருசேர அங்கே கூடினர். பழக்கமில்லாத கணித வழக்குகளை எடுத்தாண்டு தடுமாறிய உயிரியலாளர்கள், உயிரியலின் சிக்கலான பிரச்சினைகளை சைபர்னெத்திய மொழியில் பெயர்த்திட துடித்த பௌதிகவியலாளர்களுடன் வாக்குவாதம் புரிந்தனர்.

இந்தப் புதிய தத்துவத்திற்கு ஆதரவாளர்களும் இருந்தனர், எதிர்ப்பாளர்களும் இருந்தனர். விளக்க உரைகளின் போது காரசாரமான விவாதங்கள் அடிக்கடி கிளர்ந்தெழுந்தன. இந்த விவாதங்கள், பல்கலைக்கழக முற்றத்தில் அலைமோதி நகர வீதிகளிலும் பெருகி நடுநிசிவரை ஓயாது நடைபெற்றன.

நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியம்! நமது உடலினுள் ஒவ்வொரு சின்னஞ்சிறு உயிரணுவிலும் செயல்படும் சைபர்னெத்தியம்!

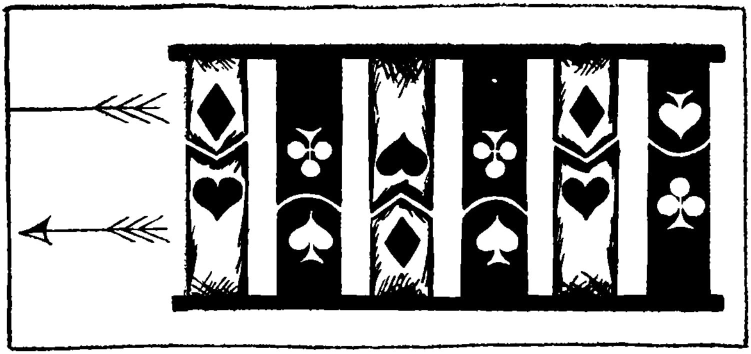
உயிரணுவினை ஒரு தொழிற்சாலையாகக் கருதலாம்; அதனுள் இருக்கும் கருதான் [nucleus] ''உற்பத்தி வேலைகளைப்'' பற்றி ஆணையிடும் ''செயற்குழு''. தொழிற்சாலையை இயக்குவதற்குத் தேவையான புனைவரைத் திட்டங்கள், அச்சுக்கள், உற்பத்தி வரைபடங்கள் முதலான தகவல்

அனைத்தும், மூலக்கூறுகளாலான சுருள் இழைகளில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ளன. பொருளுற்பத்தி செய்யும் இயந்திர சாதனங்களையும் தொழிலாளர்களையும் கொண்ட ஆலைக் கூடங்கள் உயிரணுவில் நிரம்பியுள்ள திரவத்தில் உள்ளன.

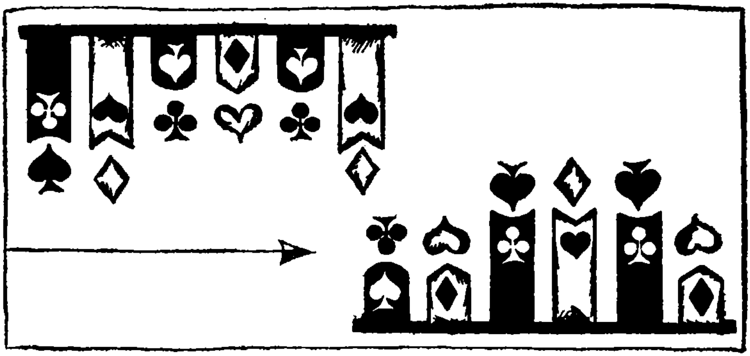
பாரம்பரியத் தகவல் அனைத்தும் நீண்ட மூலக்கூறுச் சங்கிலிகளில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்தச் சங்கிலிகள் மேலும் எளிய ஆயிரக்கணக்கான மூலக்கூறுகளால் ஆனவை. அடிப்படையான நான்கு ''கட்டடக் கற்களை'' இயற்கை அளித்துள்ளது. அவற்றிலிருந்துதான் மிகப் பல வகையான இனவழியியல் மூலக்கூறுச் சங்கிலிகள் உருவாக்கப் படுகின்றன. இந்த நான்கு வகையான ''கட்டடக் கற்களை யும்'' குறிப்பிடுவதற்கு, அமெரிக்க பௌதிகவியலாளரான ஜார்ஜ் காமோவ், சீட்டுக்களின் நான்கு ஜாதிகளான இஸ்பேடு, கிளாவர், டையமண்டு, ஆடுதன் என்ற பெயர்களை உபயோகித்தார். ஒவ்வொரு பாரம்பரிய மூலக்கூறையும், பல்லாயிரக் கணக்கான சீட்டுகளின் கோவையாகக் கருத லாம். இந்தக் கோவையில் சீட்டு ஜாதிகளின் வரிசைதான் இனப்பெருக்க உயிரணுவுக்கும் அதன் சந்ததிக்கும் ரோஜாச் செடியாக வளர்வதா, அல்லது அணிலாகவா, அல்லது மனிதனாகவா என்பதற்குரிய குறிப்பாகிவிடுகிறது.

இந்த மூலக்கூறுச் சீட்டுக்கட்டில், இஸ்பேடுகளின் எண்ணிக்கை கிளாவர்களின் எண்ணிக்கைக்கும், டையமண்டு களின் எண்ணிக்கை ஆடுதன்களின் எண்ணிக்கைக்கும் சம மாகும். தவிரவும் இரு சிவப்பு ஜாதிகளும் தங்களுக்குள்தான் சேரும்; அதே போல இரு கறுப்பு ஜாதிகளும் தங்களுக்குள் மட்டுமே சேர்ந்து கொள்ளும்.

உயிரமைப்புகளின் பாரம்பரியத் ''தகவல் கடத்தும் பாதை கள்'', பிரம்மாண்ட அளவில் போக்குவரத்து ஆற்றலும்,



பிரமிக்கத்தக்க அளவுக்குப் பிழையின்றிக் கடத்தும் திறனும் பெற்றவை. இதில் ஆச்சரியமில்லை. ஏனெனில், அந்த இனப் பெருக்க உயிரணு எவ்வகை உயிரினமாய் வளர்ச்சியடைய வேண்டும் என்ற தகவலை மட்டுமல்லாது, ரோஜாச் செடி, அல்லது அணில், அல்லது மனிதனின் தனிப் பண்புகளும்



அடங்கலாய் உடல் அமைப்பின் மிகச் சிறு விவரங்களையும் அவை தாங்கிச் செல்ல வேண்டியுள்ளது.

எனினும், தகவல் எவ்வளவுதான் நுட்பமாகப் பதிவு செய்யப்பட்டிருந்தபோதிலும், அது சேகரித்து வைக்கப்பட்டுள்ள குறிக்கோவை எவ்வளவுதான் குறையற்றதாய் இருந்தபோதிலும்,தனியொரு உயிரணுவினுள் இவை யாவும் எவ்வாறு இடம் பெறுகின்றன என்பது கற்பனைக்கு எட்டாத ஒன்றே ஆகும். இருந்தும்கூட, இயற்கை அந்தப் பிரச்சினையைத் திறம்பட சமாளித்திருக்கிறது. மூலக்கூறுச் சங்கிலியின் தகவல் சேமிப்புத் திறன் பிரம்மாண்டமானது.

இத்தகைய ஒரு மூலக்கூறு இரட்டைப் படிகளைக் கொண்ட ஒரு கயிற்று ஏணியைப் போன்றதாகும். ஒவ்வொரு படியும் ஒரு ஜோடிச் ''சீட்டுக்களினால்'' அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தப் படிகளின் வடிவமைதியும் இவற்றின் வரிசையும் இவற்றில் சேமிக்கப்பட்டிருக்கும் தகவலின் வகையை நிர்ணயிக்கின்றன.

உயிரணு பிளவுறத் தயாரானதும் அதன் பல்வேறு ''கயிற்று ஏணிகளும்'' நீள வாட்டில் இரண்டாகப் பிளவுபடுகின்றன. துண்டிக்கப்பட்ட ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒவ்வொரு இரட்டைப் படியில் ஒரு பாதி ஒட்டிக் கொண்டுவிடுகிறது. உதாரணமாய், ஆடுதன்கள் டையமண்டுகளிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. இனி இவை ஒவ்வொன்றும் உயிரணுத் திரவத்திலிருந்து தமக்கு ஒரு சகாவைத் தேடிக் கொள்கிறது. இவ்வாறாக, ஏணிகளின் மொத்த எண்ணிக்கை இரட்டிப்பாகிறது; உயிரணு பிளவுபடுகிறது. ஒவ்வொரு புதிய தொழிற்சாலைக்கும், அதற்குரிய ''புனைவரைகளும்'' ''அச்சுக்களும்'' கிடைக்கின்றன. இனி அது பொருளுற்பத்தியைத் தொடங்கலாம்.

புரத அகரவரிசை

உயிரணுக்களாய் அமைந்த இந்த இரசாயனத் தொழிற் சாலைகள் பிரதானமாய் புரதங்களையே [proteins] உற்பத்தி செய்கின்றன. வெவ்வேறு உயிரணுக்கள் வெவ்வேறு வகைப் புரதங்களைத் தயாரிக்கின்றன. உதாரணமாக, எந்தப் பசுவும் ஆட்டுக்குரிய ஹிமோகுளோபினை தனது இரத்தத்தில் உற்பத்தி செய்யாது.

புரத மூலக்கூறுகள் இனவழியியல் மூலக்கூறுச் சங்கிலி களையும்விட நீளமானவை. இவற்றின் பல்வேறு வகைகளை யும் எடுத்துரைப்பது சாத்தியமன்று. ஆனால் இவையும்கூட குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள ''கட்டடக் கற்களால்'' தான் கட்டப்பட்டுள்ளன. இவற்றின் மொத்த எண்ணிக்கை இருபதுதான். இவை ஒவ்வொன்றிற்கும் ஒரு எழுத்து தரப் பட்டு 20 எழுத்துக்களைக் கொண்ட எளிய அகரவரிசையாக அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நான்கு ''ஜாதிச் சீட்டுகளின்'' கோவை, புரத அகரவரிசையின் இருபது ''எழுத்துக்களின்'' கோவையை எப்படி நிர்ணயிக்கிறது என்பதே இங்குள்ள அடிப்படையான ''குறிக்கோவைப் பிரச்சினை'' ஆகும்.

''எளிய முறையில் அமைந்த ஒரு வகை போக்கர் ஆட்டம் ஆடுவதாக வைத்துக்கொள்வோம்'' என்று காமோவ் எழுதுகிறார். ''ஒவ்வொரு ஆட்டக்காரரும் மூன்று சீட்டுக் களே பெறுகிறார். கட்டிலுள்ள எல்லாச் சீட்டுகளும் நான்கு ஜாதிகளின் ''ஏஸ்களே'' ஆகுமென்று கொள்வோம். ஒரு ஆட்டக்காரர் பெறக்கூடிய சீட்டுத் தொகுதி எத்தனை வகைப் பட்டதாக இருக்க முடியும்? முதலாவதாக அவர் நான்கு வகையான ஓரினத் தொகுதி பெறக்கூடும்: அதாவது 3 ஆடு தன், 3 டையமண்டு, 3 இஸ்பேடு அல்லது 3 கிளாவர் சீட்டுகள்.

அல்லது 2 ஆடுதன் ஒரு இஸ்பேடு, 2 இஸ்பேடு ஒரு கிளாவர் போன்ற சீட்டுத் தொகுதியைப் பெறக் கூடும். இவ்வாறுய் வெவ்வேறுன 12 தொகுதிகளில் ஒன்றுய் அமையலாம். எப்படியெனில் ஜோடிச் சீட்டுகளின் ஜாதி நான்கு சாத்தியக்கூறுக்களில் ஒன்றுகவும், மீதியுள்ள ஒரு சீட்டு எஞ்சிய மூன்று ஜாதிகளில் ஏதேனும் ஒன்றுகவுமே அமைய முடியும். மூன்றுவதாக மிகத் தாழ்ந்த கோவையான மூன்றும் வெவ்வேறுன மூன்று ஜாதியைச் சேர்ந்த சீட்டுகளது கோவையையும் அவர் பெறக் கூடும். இது போன்ற கோவைக்கு நான்கு சாத்தியக் கூறுகளே உண்டு (ஆடுதன் இன்றி, டையமண்டு இன்றி... என்பது போன்ற 4 சாத்தியக்கூறுகள்). இவ்வாறுக, நமது போக்கர் ஆட்டக்காரர் மூன்று சீட்டுக்களைக் கொண்ட வெவ்வேறுன 20 தொகுதிகளில் ஏதேனும் ஒன்றைப் பெறலாம். புரத மூலக்கூறை அமைத்திடும் வெவ்வேறுன உள்ளடக்கக் கூறுகளின் மொத்த எண்ணிக்கையும் இதே 20 தான்.''

இயற்கை ஆடும் போக்கர் ஆட்டத்தின் விளைவுதான் மனிதன் என்ற இக்கருத்து சிலருக்குப் பிடிக்காமலிருக்கலாம். ஆனல் இந்த ஒப்புமை மெத்தப் பொருத்தமானதே; ஏனெனில், மூலக்கூறு ஏணியில் மூன்று படிகளாலான தொகுதியால் தான் புரத அகரவரிசையிலிருந்து எந்த எழுத்து தெரிந்தெடுக்கப்படுகிறது என்பது நிர்ணயிக்கப்படுகிறது. புரதத்திலுள்ள ஏணிப்படிகளின் எண்ணிக்கை மூன்றினுல் மீதமின்றி வகுக்கப்படும் எண்ணுகவே வழக்கமாய் அமைகிறது. ஆகவே புரத ''வாக்கியங்கள்'' முற்றிலும் ''மூன்று எழுத்துச் சொற்களால்'' அமைந்துவிடுகின்றன.

இக்கருதுகோளை நாம் சோதித்துச் சரிபார்க்க முடியும். மூன்று சீட்டுகளால் ஆன இருபது சீட்டுத் தொகுதிகளுடன்

இருபது ''எழுத்துக்கள்'' எத்தனை வகைகளாய் இணைக்கலாம் என்று கணக்கிட்டு இதனைச் சோதித்துச் சரிபார்க்கலாம். ஆனால், துரதிர்ஷ்டவசமாய், அதற்கு நீண்டநெடுங் காலம் பிடிக்கும் என்று எழுதுகிறார் காமோவ். விநாடிக்கு ஒரு சோதனை செய்வதாகக் கொண்டால், இதற்கு 500 கோடி ஆண்டு பிடிக்கும். விநாடிக்குப் பத்து லட்சம் வகைகளைச் சரிபார்க்கக் கூடிய ஒரு மின்னணுக் கணிப்பியந்திரம் இன்னும் வேகமாய் இதனைச் செய்து முடிக்கும். ஆயினும் அதனாலுங்கூட நமக்கு உதவ முடியாது; ரோம சாம்ராஜ்யம் ஆரம்பமானதிலிருந்து தொடங்கி நாளொன்றிற்கு 24 மணி நேரம் வேலை செய்தாலுங்கூட, இன்னமும் அந்தக் கணிப்பியந்திரம் இவ்வேலையைப் பூர்த்தி செய்ய நீண்ட காலம் வேண்டியிருக்கும்.

இரகசியக் குறிகளால் தீட்டப்பெற்ற புதிர் வாசகத்தை விடுவிக்கக் கையாளப்படும் முறையை அனுசரித்துப் புரதக் குறிக்கோவைக்கு விளக்கம் காண்பதென்று விஞ்ஞானிகள் முடிவு செய்தனர். முதலில் வாசகத்தின் சில பகுதிகளுக்கு விளக்கம் கண்டாக வேண்டும். பல்வேறு எழுத்துக்களும் எத்தனை முறை தோன்றுகின்றன, எந்தெந்த தொகுதிகளில் தோன்றுகின்றன என்பதை நிர்ணயிப்பது குறி வாசகத்துக்குப் பொருள் காணும் ஒரு வழியாகும். ஒவ்வொரு மொழியிலும் எழுத்துக்கள் வாக்கியங்களில் தோன்றுவதற்கும் பிற எழுத்துக்களுடன் சேர்ந்து அமைவதற்கும் குறிப்பிட்ட விதிகள் உள்ளன. குறி வாசகம் எம்மொழியில் எழுதப்பட்டுள்ளது என்று தெரிந்தால், இவ்விதிகளைக் கொண்டு அவ்வாசகத்துக்குப் பொருள் கண்டுவிடலாம். ஆனால் புரத ''செய்திகளுக்கு'' இம்முறையின் மூலம் பொருள் காணும் முயற்சி தோல்வியுற்றுவிட்டது.

மிகச் சில புரதங்களின் உள்ளமைப்பே நமக்குத் தெரியுமாதலால் நமக்குத் தெரிந்த புரதச் ''செய்திகள்'' முழுமையாய் இல்லாமல் துண்டு துக்காணியாய் இருப்பது இத்தோல்விக்கான காரணங்களில் ஒன்று. இந்தச் ''செய்திகளில்'' நாம் ''எழுத்துக்கள்'' எந்த விதியின்படி அமைக்கப் படுகின்றன என்பதைக் காண்பது கடினமாகி விட்டது.

இருந்தபோதிலும், இனவழியியல் குறிக்கோவைக்கு விளக்கம் காண்பதில் விஞ்ஞானிகள் வெற்றி கண்டனர். 1961 டிசம்பர் மாதத்தில் ஸ்பெயின் தேசத்து உயிர் இரசாயன வியலாளர் ஒச்சோவா [Ochoa] புரத அகரவரிசையில் நான்கு எழுத்துக்களை விடுவித்துவிட்டதாக அறிவித்தார். அவருடைய ஆய்வுரை அச்சாகி வருகையில், அவர் மேலும் ஏழு 'எழுத்துக்களை' விடுவித்துவிட்டார். அதே காலத்தில், பிரான்சிஸ் கிரிக் என்ற ஆங்கிலேயரும் இதே ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருந்தார். 1962 பிப்ரவரி தொடக்கத்திற்குள், பல்வேறு வகையான புரத மூலக்கூறுகளுக்குமுரிய 20 ''கட்டடக் கற்கள்'' யாவற்றின் குறிக்கோவைகளும் விடுவிக்கப் பட்டுவிட்டன. இது தலைமையான ஒரு விஞ்ஞான சாதனையாகும்.

புரத ''அகரவரிசையின்'' 20 ''எழுத்துக்களிலிருந்து'' மூலக்கூறு ''சொற்களின்'' கட்டுமானத்தை நான்கு ''சீட்டுக்கள்'' கட்டுப்பாடு செய்வதற்கு வகை செய்யும் குறிக்கோவை மூக்கூறுகளின் அடிப்படையில் அமைந்ததென்பது நிரூபிக்கப்பட்டது. காமோவ் கூறிய பிரதான கருத்து பிழையற்றதே என்பது தெரிந்தது. புரதச் ''சொல்லில்'' எந்தவொரு எழுத்தும் இடம் பெறுவதும் பெறாததும் மூன்று ''சீட்டுத்'' தொகுதியையே பொறுத்துள்ளது.

புரதச் சேர்க்கையைக் கட்டுப்படுத்தும் மூலக்கூறுச் ''சீட்டுக்கட்டில்'' வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில் ''சீட்டுகளைச்'' சேர்ப்பதன் மூலம் இது நிரூபிக்கப்பட்டது. ஒரு மூலக்கூறுடன் ஒன்று அல்லது இரண்டு புதிய ''சீட்டுக்களைச் '' சேர்த்தாலும்கூட, அது கட்டுப்படுத்தும் ஆற்றலை இழந்து, குறிக்கோவை முறிந்துவிடுகிறது. சாத்தியமான நான்கு ஜாதிகளைச் சேர்ந்த மூன்று ''சீட்டுக்களைச்'' சேர்த்தால் மட்டுமே, குறிக்கோவையின் இயல்புகள் மாறுபடவில்லை. அப்பொழுது மட்டும்தான் ஏணிப்படிகளின் எண்ணிக்கை மூன்றின் பெருக்கமாக அமைகிறது; இயற்கையால் தொடக்கத்தில் திட்டமிடப்பட்ட வகையினதாய் இல்லாவிட்டாலும் புரதம் சாராம்சத்தில் முறையானதாய் இருந்தது. ''சீட்டுக்களின்'' பல்வேறு முக்கூறுத் தொகுதிகளை வெவ்வேறு ''எழுத்துக்களுடன்'' தொடர்புபடுத்துவதே அடுத்தபடி செய்யப்பட வேண்டிய வேலை.

மீண்டும் மீண்டும் ஒரே ''சீட்டு'' வரும் விதத்திலான ஒரு செயற்கை ''சீட்டுக்கட்டு'' கட்டப்பெற்றது. இது சைபர்னெத்திய மூலக்கூறாகும். அதன் திறமைக்குத் தகுந்தாற் போல இந்த மூலக்கூறு ஒரு ''சொல்லை'' அமைக்கும்படிச் செய்யப்பட்டது. அதன் விளைவாகத் தோன்றிய புரதத்தில் வெவ்வேறான 20 ''எழுத்துக்களுக்குப்'' பதிலாய் ஒரே ''எழுத்து'' எண்ணற்ற முறை திரும்பத் திரும்ப அமைந்திருந்தது. இவ்வாறாக ஒரே ஜாதியாலான, உதாரணமாய் இஸ்பேடுகளாலான, சீட்டுத் தொகுதி புரதச் ''சொல்லில்'' குறிப்பிட்ட ஒரு ''எழுத்து'' புகுத்தப்படுவதைக் குறிக்கிறது.

உயிர்-இரசாயனவியலாளர்கள், ''சீட்டுக்களின்'' வரிசையும் இயைபையும் தெரிந்துள்ள வெவ்வேறான ''கட்டுகளைத்''

தயாரித்து, ''அகரவரிசையின்'' எல்லா ''எழுத்துக்களையும்'' விடுவிக்க முடிந்தது. இன்னும் விளங்காத அம்சங்கள் பல இருப்பது உண்மைதான். உதாரணமாக, பல ''எழுத்துக்களுக்கு'' ஒரே குறி இருப்பதாகத் தெரிகிறது. அதே போன்று, வெவ்வேறு குறிகள் சில சமயங்களில் ஒரே ''எழுத்தைக்'' குறிப்பனவாயும் உள்ளன. ஆனால் காலப் போக்கில் இவை தெளிவுபடுத்தப்பட்டுவிடும் என்பதில் ஐயமில்லை. குறிக்கோவைக்கு விளக்கம் காண்பதற்கான திறவுகோல் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விட்டது மிகவும் முக்கியமானதாகும்.

புரத அகரவரிசையை முழுமையாக இனங்கண்டு கொள்ளத் தெரிந்துவிட்டதாய் வைத்துக் கொள்வோம். இனி நாம்அதை இறுதிவரை வாசித்தறிய முடியும்; தலைமுறை தலைமுறையாக இயற்கை ஒப்படைத்து வரும் குறிக்கோவையை நாம் அறிந்து கொண்டவர்களாகிவிடுவோம். இனவழியியல் குறிக்கோவையை அறிந்து கொண்டதும் மனிதன் உயிரின் இயக்கியலினது மர்மங்களைத் தெரிந்து கொண்டுவிடுகிறான். உயிரின் மூலக்கூறுகளாகிய புரதங்களை, மனிதன் தன் விருப்பத்துக்கேற்ப அமைக்கக் கற்றுக் கொள்வான். இயற்கையில் இதுவரை காணக் கிடைக்காத அமைப்புகளைப் புனைய அவன் கற்றுக் கொள்வான். வீட்டுப் பிராணிகளிலும், சாகுபடிப் பயிர்களிலும் புதுப்புது இனங்களை எப்படி மனிதன் தோற்றுவிக்கிறானோ, அதே போல புதிய புரதங்களைக் கொண்டு அவனால் புதிய வகை உயிரமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்க முடியும்.

ஆய்வுக்கூடச் சோதனைக் குழாயில் உயிரைத் தோற்றுவிக்க வேண்டும் என்பதே உயிரியலாளர்களின் மிகப் பெரிய ஆசையாகும். ஆனால் பொறியாளர்கள் இது போதாது என்

கின்றனர். ''சோதனைக் குழாய்களில் இயற்கையே உயிரைப் படைக்கட்டும்'' என்று அவர்கள் கூறுகிறார்கள். ''உயிர் மூலக்கூறுகளின் உற்பத்தியை நாம் இயந்திரமயமாக்கி, வரிசை உற்பத்தி முறையை வகுத்திடுவோம். பிறகு இயந் திரங்கள் இதே முறையில் தம்மை இனம் பெருக்கிக் கொள்ளக் கற்றுக் கொடுப்போம்.''

"உயிருள்ள" இயந்திரங்கள்

தன்னை இனம் பெருக்கிக் கொள்ளும் இயந்திரமானது புகழ்பெற்று விளங்கும் சைபர்னெத்திய ஆமையின் நிலையில் தான் இன்னமும் இருக்கிறது. இந்த ஆமை மறிவினைகளை நடித்துக் காட்டுகிறது. இனத் தற்பெருக்கம் செய்வதுபோல நடித்துத் காட்டுகிறது.

உண்மையான ''சைபர்னெத்திய மூலக்கூறினுள்'' இருப்பது போலவே, இதனிடமும் வெவ்வேறான நான்கு ''ஜாதிகள்'' இருக்கின்றன. இவை வெவ்வேறு மின்சார இயல்புகள் கொண்ட உறுப்புகளால் குறிக்கப்படுகின்றன. இவற்றினுள் நுழையும் மின்விசை ''உயிரணு ஊடகத்தில்'' மின்னோட்டங்களைத் [relays] தூண்டிவிடுகிறது. இவை கறாராய் நிர்ணயமான வகையில்தான் மின்சுற்றுகளை உண்டாக்கு கின்றன; அதாவது இஸ்பேட்டுகள் கிளாவர்களுடன் மட்டும், டையமண்டுகள் ஆடுதன்களுடன் மட்டும் ஒன்றுசேரு கின்றன. பழைய ''உயிரணுவுடன்'' கூடவே, இதன் விளைவாய் மற்றொரு ''உயிரணு'' தோன்றுகிறது. அது தனியே பிரிகிறது. சாதகமான நிலைமைகளிருப்பின் அது தன்னைப் போன்ற அச்சுருவை அமைக்க முற்படுகிறது. சூழ்நிலையை திடீரென

மாற்றினால், ''மூலக்கூறு'' ''இறந்துவிடுகிறது''; உள்ளடக்கக் கூறுகளாய்ச் சிதைந்துவிடுகிறது. சிதைந்த இக்கூறுகள் ''மூலக்கூறுகளுக்கு'' உணவாகிவிடுகின்றன.

உயிரணுவைப் பற்றி ஆராயவும், அதன் மிக நுண்ணிய சூட்சுமங்களை அறிந்து கொள்ளவும், விஞ்ஞானிகள் இந்த அற்புதமான கருவியை உபயோகித்து வருகின்றனர். இதன் கோட்பாடு இனப்பெருக்கம் செய்து கொள்ளவல்ல இயந்திரங்களை அமைக்கப் பயன்படலாம்.

''ஓ, அது சாத்தியம்தானா! அப்பொழுது இனத் தற்பெருக்கம் செய்யக் கூடிய உயிரமைப்புகள், பொறியமைப்புகள் ஆகிய இருவகைகள் இருக்குமே. இதன் நோக்கம் என்ன? இயற்கையானது மூலக்கூறு அமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்க, பிற்பாடு அவை உயிரமைப்புகளாகப் பரிணமித்து, அவ்வுயிரமைப்புகள் உயிர்ப் பிராணிகளின் இயல்புகள் கொண்ட சைபர்னெத்திய அமைப்புகளைத் தோற்றுவிக்கும்படி ஆவது ஏன்? இவற்றுக்கு மனிதனின் உதவி அவசியம் தானா?'' என்று நீங்கள் வினவலாம்.

இக்கேள்விக்கு விடை உங்களுக்குத் தெரிந்ததுதான். மனிதனையும் இயந்திரங்களையும் ஒப்பிட முடியாது. இயந்திரத்திற்கு உயிர் இல்லை.

இயந்திரத்துக்கு உயிரில்லை என்று ஏன் சொல்கிறோம்? சிக்கல்மிக்க உயிரமைப்புகளான மூலக்கூறு அமைப்புகள் ''உயிருடையவை'' என்றும், அரைக்கடத்திகளாலும் [semi-conductors], மின்னணுக் குழாய்களாலும் ஆன அமைப்புகள் உயிரற்றவை என்றும் ஏன் கூறுகிறோம்? உயிரமைப்புகளுக்குள்ள முக்கியமான பல இயல்புகள் இயந்திரங்களுக்கும் இருக்கும்போது, இயந்திரங்களும் ஒரு நாள் தம்மை இனப்

பெருக்கமும் செய்யத் தொடங்கலாம் என்கிறபோது நாம் ஏன் இப்படிக் கூறுகிறோம்?

உயிரமைப்பை அமைக்கும் கரிம மூலக்கூறுகளில்தான் இதன் இரகசியம் அடங்கியுள்ளது. முதற்கண், மூலக்கூறு உலகில் இந்தக் கரிம [organic] மூலக்கூறுகள் மிகவும் பெரியவை; பூதகாரமானவை. இதுவேதான் அவற்றின் தனித் தன்மைகளுக்குக் காரணம். அவற்றின் இயல்புகள் மிகுந்த அளவுக்கு நிலைத்திருக்க வழி செய்வது அவற்றின் இந்தப் பெரும் பருமன்தான். இப்படிப்பட்ட மூலக்கூறு ஒன்றில் ஒரு பாதியைப் பிய்த்தெடுத்த போதிலும் அதன் இயல்புகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இதன் பிறகும் புரதம் புரதமாகவும், கரிமநீரதை [carbohydrate] கரிமநீரதையாகவுமே இருக்கும். ஆனால் கரிமமற்ற [inorganic] மூலக்கூறு தனது உள்ளடக்கக் கூறுகளில் சிலவற்றை இழக்குமாயின் அது முற்றிலும் புதிய பொருளாகிவிடுகிறது.

யாவற்றிலும் முக்கியமானது என்னவெனில் பெரிய மூலக் கூறுகளுக்கு ''நினைவாற்றல்'' இருக்கிறது. அவை தகவலைச் சேமித்து வைக்கவும், பிற மூலக்கூறுகளுக்கு அதைச் செலுத்தவும் முடிகிறது. இது எவ்வாறு நடைபெறுகிறது என்பதை நாம் ஏற்கனவே அறிவோம்; அதாவது, இத் தகவல் கச்சிதமான அடக்கமான குறிக்கோவையில் எழுதப் படுகிறது.

சிறிய மூலக்கூறுகள் இத்தகைய இயல்புகள் பெற்றிருக்க வில்லை.

சுருங்கக் கூறின், உயிரமைப்புகளை உருவாக்கும் பெரிய மூலக்கூறுகள் சைபர்னெத்திய அமைப்புகளாகும். அவை தகவலைச் சேமிக்கின்றன; இனப் பெருக்கம் செய்கின்றன. உயிரமைப்புகள் சைபர்னெத்திய அமைப்புகளாய் இருப்பது

அவற்றின் பெரும் பருமனில் மட்டுமல்ல; அவற்றில் உள்ளடங்கிய ஒவ்வொரு மூலக்கூறும்கூட சைபர்னெத்திய விதிகளுக்குக் கீழ்ப்படிகிறது. ஒரு பௌதிகப் பொருள் உயிருடையதாய் இருக்க வேண்டுமாயின் அது மூலக்கூறு மட்டத்திலும் சைபர்னெத்தியப் பண்புகளுடையதாய் இருக்க வேண்டும். அதனுல்தான், உயிரற்ற மூலக்கூறுகளால் கட்டப்பட்ட இயந்திரம் உயிரற்றதாகவே இருக்கிறது. உயிரமைப்புகளுக்குரிய நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் கோட்பாடுகளை குறிப்பிட்ட வரையறைக்குள் நடித்துக் காட்டுவதற்கு மேல் அதனுல் அதிகமாய் எதுவும் செய்ய இயலவில்லை.

உயிரணு பிளவுறுவது பற்றிய தங்கள் தத்துவங்களை ஆராய லெனின்கிராத் விஞ்ஞானிகள் இது போன்றதோர் இயந்திரத்தை உபயோகித்தனர். கீவ் நகரில், ஆய்வாளர்கள் இதற்கு அடுத்த கட்டத்தை ஆராய்ந்தனர். அதாவது உயிரமைப்பு தனது சுற்றுச்சார்புக்கு ஏற்ப தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்ளுகிறது, தொடர்ந்து மேலும் எப்படி அது வளர்ந்து விருத்தியடைகிறது என்பதை அவர்கள் ஆராய்ந்தனர். சுருங்கக் கூறின், பரிணமத்தின் வழிமுறைகளை ஆராய அவர்கள் இந்த இயந்திரத்தைப் பயன்படுத்தினர்.

அழியாது நிலைப்பதற்குரிய நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை விளக்குவதற்காக அவர்கள் நிர்மாணித்த இயந்திரத்திற்கு **பரிணமி** [Evolutor] என்று பெயரிட்டனர். பைபிளில் கடவுள் செய்தது போல, கீவ் விஞ்ஞானிகள் முதலில் ''நீரையும்'' ''நிலத்தையும்'' படைத்தனர். ஆராய்ச்சியாளர்களுடைய படைப்பு அளவில் மிகவும் சிறியதாக இருந்ததால், தமது அமைப்புக்கு ''சுற்றுச்சார்பு'' என்று பெயரிட்டனர். பிறகு இதனுடன் ''உணவைச்'' சேர்த்தனர். இறுதியில் (ஆறுவது நாள் எனலாமா?) அவர்கள் ''உயிர்வகைகளை'' வாழவிட்டனர்.

அவர்களுடைய மின்னணு ''உலகில்'' உண்மையில் ''ஆதி மூலக் கடலோ'', கரிம உணவுத் துணுக்குகளோ, அமீபாக்களோ இருக்கவில்லை. இவை யாவும் கருத்துருவில் மட்டுமே இருந்தன. இது குறித்து லெனின்கிராத் விஞ்ஞானிகளை விட இவர்கள் மிக எளிய முறையைக் கையாண்டனர். கீவ் விஞ்ஞானிகள் மின்சுற்றுக்களையும்கூட நீக்கிவிட்டு, அவற்றுக்குப் பதில் வெறும் எண்களைப் பயன்படுத்திக் கொண்டனர்.

வாழ்விடம், உணவு, வாழும் உயிரினங்கள் இவற்றைக் குறிக்கும் பிரத்தியேகக் குறிகளைக் கொண்டு செயல்படக் கணிப்பியந்திரத்துக்குச் செயல்திட்டம் வகுக்கப்பட்டது. ''உணவு'' வட்டப் பாதைகளில் செல்லும்படி திட்டமிடப்பட்டது. மின்னணுப் ''பிராணிகள்'' இந்த உணவைப் பிடித்து விழுங்க ஏற்பாடு செய்யப்பட்டது. இந்தப் பிராணிகளுக்குப் பல்வேறு வகையான நிலைமைகளுக்கும் உகந்தபடி 64 விதமான நடத்தை முறைகள் அட்டவணையில் குறிக்கப்பட்டன. மிக எளிய ஒற்றையணு உயிர்களுக்குங்கூட இருக்கும் உள்ளாற்றல்களில் சொற்பப் பகுதியையே இவை குறித்தன.

பரிணாமி உயிரினங்கள் இரைதேடிகள் மட்டுமல்ல, இனம் பெருக்கிகளுங்கூட. ஒற்றையணு உயிருக்குரிய முறையில் உயிரணுவின் பிளவு மூலம் இவை இனப்பெருக்கம் செய்யத் திட்டமிடப்பட்டது. இயற்கையிலிருந்து காப்பியடிக்கப்பட்ட மாறுபாட்டு வகை ஒன்று இயந்திரத்தில் புகுத்தப்பட்டது. சந்ததிகள் தோற்றத்திலோ நடத்தையிலோ நிச்சயம் அவற்றின் மூதாதைகளது அச்சுருக்களாகவே இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. இம்மாறுபாடுகள் முற்றிலும் குருட்டுப் போக்கில் நிகழ்பவை; சில மாறுபாடுகள் சாதகமாகவும் வேறு

சில பாதகமாகவும் அமைபவை. ''நடத்தை'' அட்டவணையின் இலக்கங்களில் குருட்டுப் போக்கில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்ப இந்த மாறுபாடுகள் ஏற்படும்படி அமைக்கப் பட்டன. இவ்வாறாக விஞ்ஞானிகள் உயிர் வகைகளது பரிணும வளர்ச்சியைச் சாத்தியமாக்கும் அவற்றின் இயல்பு மாற்றத்தை [mutation] செய்து காட்டினர்.

பரிணுமி இயந்திரம் இயங்கத் தொடங்கி, ''அழியாது நிலைப்பதற்கான வாழ்க்கைப் போராட்டம்'' ஆரம்பமாயிற்று. ''உணவின்'' திசையில் சென்ற ''பிராணிகள்'' முதலில் அழிந்து பட்டன. ''பிராணிகளை''விட வேகமாக ''உணவு'' ஓடும்படித் திட்டமிடப்பட்டிருந்தது. ''உணவுக்கு'' எதிரான திசையில் சென்றவை அழியாது நிலைத்தன. அவை பெருகின; அவற்றின் சந்ததிகள், சாதகமான குருட்டுப் போக்கு இயல்பு மாற்றங்களின் இயற்கைத் தேர்வின் விளைவாய்ச் சுற்றுச்சார்புக்கு ஏற்றபடி தம்மைத் தகவமைத்துக் கொண்டன. ஆகவே • அவை எப்பொழுதும் ''வயிறார உண்ண'' முடிந்தது. இவ்வாறு சிறந்த ''தகவமைப்பு செய்து கொண்ட'' பிராணிகளின் சந்ததிகள் படிப்படியாக மேம்பாடடைந்து, குறைவான தகவமைப்புடையவற்றை வெளித் தள்ளின. தகுதி மிக்கனவே இறுதியில் எஞ்சின. மின்னணு ''உலகின்'' உயிரினங்கள் சீரமைப்பு பெறலாயின. இந் நிலைமை ஏற்பட 60 ஆயிரம் தலைமுறைகளாயின.

இந்நிலைமை பூமியில் தோன்றியதைக் காட்டிலும் மின்னணு ''உலகில்'' மிக விரைவாகத் தோன்றிவிட்டது. இதில் வியப்பில்லை. பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பூமியில் ஏற்பட்ட உயிர்வகைப் பரிணுமத்திற்கு ஓரளவே இயைந்த ஒப்புமையைத்தான் பரிணுமி இயந்திரம் செய்து காட்டிற்று.

இயந்திரத்திற்கு இனப்பெருக்கம் செய்யக் ''கற்றுக்'' கொடுப்பதல்ல இந்தப் பரிசோதனையின் நோக்கம். தகுந்த செயல் முறைகளைத் திட்டமிட்டுப் புகுத்துவதன் விளைவாய் வருங்காலத்தில் இயந்திரங்கள் தம்மையொத்த பிரதி இயந் திரங்களையும், இன்னும் தம்மைக் காட்டிலும் சிறந்த இயந் திரங்களையும் தோற்றுவிக்க வேண்டுமென்பதே இப்பரிசோ தனையின் குறிக்கோள்.

மூலக்கூறுகளின் அணிவரிசை

குட்டையான செங்குத்துக் குச்சிகளாய் அடர்த்தியாகச் சொருகப்பட்ட புரதங்களின் சங்கிலிகளாகிய மூலக்கூறு அணிவர்சைகளை நுண்நோக்கிப் புகைப்படத்தில் காண்கிறோம். மூலக்கூறுகளின் இந்த ஒழுங்கமைப்பு படிக அமைப்பை ஒத்திருக்கிறதெனக் கூறலாம். இது நரம்பின் படமாகும்; இன்னும் கருராய்க் கூறினால், மின்சாரக் கம்பியின் காப்பு உறையைப் போல நரம்புத் தண்டைச் சுற்றியமைந்த உறை யின் ஒரு பகுதியினுடைய படமாகும்.

உடலில் அடங்கியுள்ள புரதம், கொழுப்பு முதலானவற் றின் நுண்நோக்கிப் புகைப்படங்களிலும், மூலக்கூறுகள் இதே போன்று அணிவரிசைகளாய்ப் பாங்காய் அமைந்திருக் கக் காண்கிறோம். இப்படிப்பட்ட வரிசை அமைப்பைக் கண் ணிலும் மரஞ்செடி கொடிகளின் இலைகளிலும் உயிரணுவின் கருவிலும் அதைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்திலும்—சுருங்கக் கூறின் உயிருள்ளவை யாவற்றிலும், உயிருக்குரிய நிகழ்ச்சிப் போக்குகளான இரசாயனச் சேர்க்கையும் மறுசேர்க்கையும் நடைபெறும் யாவற்றிலும்—காண்கிறோம்.

உயிர்த் திசுக்களின் இந்தப் 'படிக' அமைப்பு கண்டு பிடிக்கப்பட்டதானது விஞ்ஞானிகளை வியப்பில் ஆழ்த்திற்று. மின்னணு நுண்நோக்கி மட்டும் இல்லாவிடில், நாம் எவ்வளவு அமைச்சலாய்க் கோத்திணைக்கப்பட்டிருக்கிறோம் என்பது நமக்குத் தெரியாமற் போயிருக்கும். சிற்றண்டமான உயிரணுவினுள் நாம் பார்ப்பதற்கு அது ஒரு புதிய சாளரத்தைத் திறந்து வைத்தது. உயிரணுவின் நுட்பமான உள்ளமைப்பைக் காண வழியில்லாமல் பல நூறு ஆண்டுகளாய் விஞ்ஞானிகள் அதன் வாயிற்கதவுக்கு வெளியே நிற்க வேண்டியிருந்தது. இப்பொழுது மூலக்கூறுகளும்கூட அவர்களது பார்வைக்கு உட்பட வேண்டியதாகிவிட்டது. சுவரின் சுண்ணாம்புக் காரைக்குப் பின்னால் அதியற்புத விந்தை உலகு ஒன்றுக்கு இட்டுச் செல்லும் வாயிற்கதவு மறைந்திருந்ததைக் கண்ட போது முன்பு பினோக்கியோ எப்படி பிரமித்துப் போனானோ அது போலத்தான் இப்பொழுது இந்த விஞ்ஞானிகளும் பிரமித்திருக்க வேண்டும். நம்முள்ளிருக்கும் மூலக்கூறுகளை இந்த இராணுவ ஒழுங்கு வரிசையில் எந்த ஜாலவித்தைக் காரன் அணிதிரளச் செய்துள்ளான்?

உயிரமைப்பின் நுட்பமான அமைப்பை ஆராய்வதில் உயிரியலாளர்கள் ஈடுபட்டனர். புதுப்புது கண்டுபிடிப்புகளையும் புதுப்புது விவரங்களையும் பற்றிய உரைகள் விஞ்ஞான வெளியீடுகளில் நிறையலாயின. எங்கணும் மூலக்கூறுகளுடைய இந்த வியத்தகு செங்குத்து அணிவரிசைகளையே ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்ணுற்றனர்.

அவை நுண்ணயமும் நேர்த்தியும் மிக்கனவாய் இருந்தன. சிறு தவறாலோ முறைகேட்டாலோ திசுவிற்கு உயிரகமும் அவசியமான பிற பொருள்களும் வழங்குதல் தடைப்பட்டால், உடனே அணிவரிசைகளின் ஒழுங்கு குலைந்துவிடுகிறது.

அணிவரிசைகள் குலைந்ததும் உயிரணுக்களின் செயற்பாடு நின்றுவிடுகிறது; போதுமான உணவு வழங்கப்படினும் கூட அவை உணவைக் கிரகிப்பதில்லை. மூலக்கூறு அணி வரிசைக்கும் உயிரணுவின் உயிர்ச் செயல்களுக்குமிடையே இதுகாறும் நாம் அறியாத திட்டவட்டமான தொடர்பு இருக்கிறது என்பது தெளிவாய் விளங்கிற்று. ''மூலக்கூறுகளே! அணிதிரளுங்கள்!வேலையைத்தொடங்குங்கள்!'' என்று யாரோ அவற்றுக்கு ஆணையிட்டுச் சென்றதாய்த் தோன்றுகிறது: ஒழுங்கு வரிசை இல்லையேல், வேலையும் நடைபெறுவதில்லை.

புகழ்பெற்ற போலிஷ் விஞ்ஞானக் கதாசிரியரான ஸ்டனீஸ்லவ் லெம் தமது இனிய கதை ஒன்றில், பிழுத் என்ற ஒரு விண்கோளை விவரிக்கிறார். அந்தக் கோள் மிகவும் சிறியது; அதில் வாழும் மக்களுக்குப் போதுமான தூங்குமிடம் இல்லை. ஆனால் பிழுத்தியர்கள் சாமர்த்தியசாலிகள்; அவர்கள் அதியற்புத வழி கண்டுபிடிக்கின்றனர். ஒவ்வொரு ஆளுக்கும் அவர்கள் அணுப்படம் வரைகின்றனர். அந்த ஆளின் உடலையும் இப்படம் அணு அணுவாகவும், மூலக்கூறு மூலக்கூறாகவும் சித்திரித்துக் காட்டுகிறது. தூங்க வேண்டிய நேரம் வந்ததும், ஒவ்வொரு பிழுத்தியரும் ஒரு வகைப் பொறியினுள் புகுந்துகொள்கிறார். உடனே அது அவருடைய உடலை அணுக்களாய்ப் பகுத்துக் கொடுக்கிறது. இந்த அணுக்கள் இறுகச் சேர்த்துக் கட்டப்பெற்று இராப்பொழுதுக்கு ஒரு சிறு இடத்தில் வைக்கப்படுகின்றன. காலையில், அலாரம் கடிகாரம் இப்பொறியை இயங்கச் செய்கிறது. அவரவரது உடலும் அவரது அணுப்படத்தின்படி திரும்பவும் கோத்திணைக்கப்படுகிறது. பொறியின் கதவைத் திறந்துகொண்டு பிழுத்தியர் வெளியே வந்து கொட்டாவி விட்டுச் சோம்பல்

முறிக்கிறார்—பிறகு தமது அன்றாட வேலையைத் தொடங்குகிறார்.

இந்தப் பகுப்பு முறை சிறிதும் வலியற்றது என்றும், பகுக்கப்பெற்ற அணுக்கள் பிற்பாடு வேறொரு ஆளாய் கோத்திணைக்கப் பெற்றுவிடுமென்ற அச்சத்துக்கு இடமில்லை என்றும் லெம் நமக்கு உறுதி கூறுகிறார். அப்படி ஏதேனும் நேர்ந்தாலுங்கூட, திரும்பவும் சரியான ஆளாகத் தொகுத்து விடலாம் என்கிறார்.

இத்தகைய பொறியை பிழுத்திய விஞ்ஞானிகள் வேறு பல காரியங்களுக்கும் பயன்படுத்திக் கொள்கிறார்கள் என்று லெம் எழுதுகிறார். சிக்கலான பிரச்சினை ஒன்றுக்கு விஞ்ஞானியால் விடை காண முடியவில்லை என்றால், அவர் பொறியினுள் புகுந்து அங்கே பத்து இருபது ஆண்டுகள் தங்கிவிடுகிறார். மீண்டும் அதனின்றும் வெளிவந்த பிறகும் விடை தெரியாவிடில், மறுபடியும் அதற்குள் நுழைந்துவிடுகிறார்; விடை கிடைக்கும் வரையில் அங்கேயே இருக்கிறார்.

பூமியில் அதைப் போன்ற ஒரு கருவி இல்லையாதலால், நமது விஞ்ஞானிகள் தமது பிரச்சினைகளுக்கு வேறொரு வழியில் தீர்வு காண வேண்டி உள்ளது. அவற்றுக்கு விடை காண்பதற்குரிய திறவுகோல் சைபர்னெத்தியத்திடம் இருக்கிறது. உயிரணுக்களின் வளர்சிதை மாற்ற [metabolic] நிகழ்ச்சிப் போக்குகள் முற்றிலும் மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கமைப்பையே சார்ந்துள்ளன; இந்தச் சார்புநிலை நீராவி இயந்திரத்தில் உருளைகளுக்கு நீராவி செல்வதை ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமத்தையும் கப்பலின் தானியங்கித் திருப்பு விசையையும் போன்றதானியங்கி இயந்திரப் பொறிகளில் அமைந்துள்ள ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமத்துக்கும் உத்தரவு நிறைவேற்றும் சூட்சுமத்துக்குமுள்ள உறவுக்கு ஒப்பானதாகும்.

நம்முள் நடைபெறும் உயிர்ச் செயல்களும் தானியங்கி முறையில் ஒழுங்கியக்கப்படுகின்றன. உயிரணுவில் இத்தகைய சூட்சுமங்கள் மின்னணு நுண்நோக்கியில் பார்க்கையில் தெரியும் நுண்ணிய மூலக்கூறு அமைப்புகளின் வடிவில் அமைந்திருக்கின்றன. இவ்வமைப்பில் ஏற்படும் கோளாறு உயிரணுவில் நடைபெறும் இரசாயன நிகழ்ச்சிப்போக்கு களைப் பாதிக்கிறது; இதன் விளைவாய் மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கமைப்புகளும் பாதிக்கப்படுகின்றன.

உயிரணுக்களில் நடைபெறும் சிக்கலான உயிர் நிகழ்ச்சிப் போக்குகள் யாவும் வியக்கத்தக்க நுண்ணயத்துடன் ஒழுங் கியக்கப்படுவதன் இரகசியம் கட்டமைப்புக்கும் செயற்பாட் டுக்கும் இடையிலுள்ள இந்தப் பரஸ்பர உறவில்தான் அடங்கி யுள்ளது. இந்த ஒழுங்கியக்கி அமைப்பு மிகுந்த அளவுக்கு நெகிழ்வுடன் இயங்குகிறது. தொழில்நுட்ப முறையில் கூறு வதெனில், உயிரணுவினுள் நடைபெறும் இந்தத் தானியங்கி ஏற்பாடு செயற்பாட்டு நிலைமைகளுக்கு அதிகபட்ச இசைவு பெறும்படி இடையருது சீராக்கப்பெற்று வருகிறது. இதன் பயனுகத்தான், உயிரமைப்பானது மாறும் சூழ்நிலைக்கேற்ப துரிதமாகத் தன்னைச் சீராக்கிக் கொண்டு, உயிரணுவின் வளர் சிதை மாற்றம் தக்க நிலையில் நடைபெறும்படிச் செய்து கொள்கிறது. நம்முள் இத்தகைய சாலச்சிறந்த தானியங்கி சூட்சுமங்கள் கோடானு கோடியாய் உள்ளன!

இதனை நுண் சைபர்னெத்தியம் எனலாம்—அதாவது, மிக எளிய உயிர்ச் செயல்களை ஒழுங்கியக்கும் ஏற்பாடாகும் இது. உயிரமைப்புகளின் ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபடுவோர் இன்று நடைமுறை ஆலோசனைக்காக மேலும் மேலும்

தொழில்நுட்பத்தின் துணையை நாடுகின்றனர். இவர்கள் உயிருள்ள மிகப் பலவகையான தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளும் நமது உடலில் இருக்கக் காண்கின்றனர்.

நமது உடலின் "மையக் கணப்பு" அமைப்பு

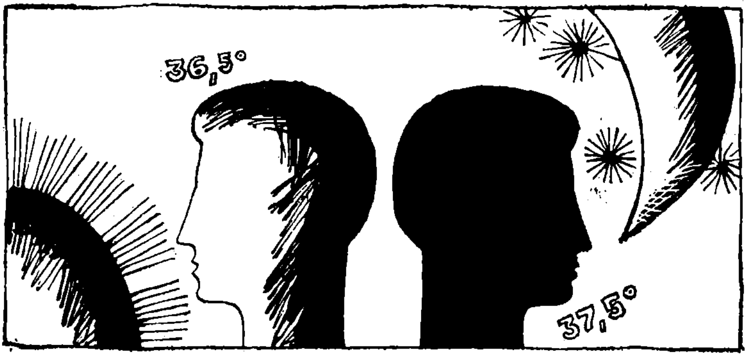
ஆரோக்கியமாய் இருப்பவரின் உடல், வெப்பநிலையிலும் இரசாயன இயைபிலும் இரத்த அழுத்தத்திலும் இன்ன பிற வற்றிலும் மாற்றமின்றி ஒரே நிலையில் இருக்கும் என்பது தெரிந்ததே. முறையான வெப்பநிலை 37 டிகிரி சென்டிகிரேடு; இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் முறையான அளவு 0.1 சத விகிதம்; முறையான இரத்த அழுத்தம் 100-140 மில்லி மீட்டர் பாதரச உயரம்.

உயிரமைப்பானது ஒழுங்கியக்கும் தானியங்கி அமைப் பின் மூலம் இந்த அளபுருக்களை மாறாநிலையில் வைத்துக் கொள்ளுகிறது. இவ்வமைப்பின் துணை கொண்டுதான் பாலூட்டிகள், தமது சுற்றுப்புற வெப்பநிலை பெருமளவு மாறுபட்டாலும்கூட, ஒரு டிகிரியில் பத்தில் ஒரு பங்குக்கு மேல் மாறாநிலையில் தமது உடலின் வெப்பநிலையை வைத்துக் கொள்ள முடிகிறது. உடல் வெப்பநிலை ஏன் 37 டிகிரியாக இருக்க வேண்டுமென்று கேட்கலாம். இந்த வெப்பநிலை தான், உடலின் வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிப்போக்குகளுக்கு மிகவும் உகந்ததாகும். உடலுக்கு மிகவும் உகந்த இந்த வெப்பநிலையை அளித்திட இயற்கை அருமுயற்சி செய் துள்ளது. உடலின் உட்பகுதிகளில்தான் வெப்பநிலை மாறாமல் நிலையாயிருக்கிறது. கை, கால், தோல் முதலானவை இதை விட குளிரான நிலையில் உள்ளன. சாதாரணமாய் வீட்டினுள் வழக்கமாயுள்ள நிலைமைகளில் அவற்றின் வெப்பநிலை 33

டிகிரிக்கு மேலிருப்பதில்லை. ஆயினும் உடலினுள் நடைபெறு வது போலவே தேவையான வளர்சிதை மாற்ற நிகழ்ச்சிப் போக்குகள் இங்கும் திறம்படவே நடைபெறுகின்றன.

உடலின் வெப்பச் சமநிலை 37 டிகிரியில்தான் இருக்கிற தென்று சொல்வதே சரியாகும். 37 டிகிரியில்தான் வெப்ப நிலையின் சிறு மாறுபாடுகள் எளிதில் ஈடுசெய்யப்பட்டுவிடு கின்றன; ஏனெனில் பொறியாளரின் சொற்களில், வெப்ப உள்ளனுப்பும் வெளிப்பாடும் நன்கு சமனம் செய்யப்படு கின்றன.

வெப்பநிலை 33 டிகிரிக்கு மேலும் 45 டிகிரிக்கும் கீழும் இருக்கும்வரை உயிரமைப்பு இப்படிப்பட்ட இறுதிச் சமநிலை கொண்டுள்ளது என்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. இவை தான் எல்லா வெப்ப இரத்தமுள்ள பிராணிகளிலும் காணப் படும் வரம்புகள். கீழ் வரம்பின் அருகிலமைந்த வெப்பநிலை மாற்றங்கள், உடலின் வெப்பநிலை ஒழுங்கியக்கிகளை மிகக் கடுமையாய்ச் செயல்பட வைக்கின்றன. சுற்றுப்புறக் காற் றின் வெப்பநிலை மிகுதியாகிவிடும்போதும் ஒழுங்கியக்கிகள் சரிவர இயங்க முடிவதில்லை. இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கி சீர்குலைந்துவிடலாம். 37 டிகிரியான உகந்த வெப்பநிலையானது உள்ளனுப்பப்படும் வெப்பத்தை யும் வெளிப்படும் வெப்பத்தையும் ஒழுங்கியக்குவதன் மூலம் நிலைநிறுத்தப்படுகிறது. தசைநார்களே உயிரமைப்புக்கு வெப்பம் வழங்கும் பிரதான ஆதாரங்கள். ''எரிபொருள்'' தசைநார்களில்தான் ''எரிக்கப்படுகிறது''; இந்த எரிவால் வெப்பம் வெளிவருகிறது. சிறுநீரகங்கள், நுரையீரல்கள், இருதயம் ஆகியவை உடலுக்கு வெப்பமளிக்கும் ''ஏனைய உலைகளாகும்''. வேலை செய்யாமல் ஓய்வு எடுத்துக் கொள்ளும் மனிதனும்கூட, அவனுடைய தசைநார்கள் ஓய்ந்திருக்கும்



அந்நிலையிலும்கூட, குறிப்பிடத்தக்க வெப்பத்தை வெளியிடுகிறான்—சுற்றுப்புற காற்றுக்கு 24 மணி நேரத்தில் சுமார் 16—18 லட்சம் கலோரி வெப்பத்தை, அதாவது ஒரு சிறிய மின்னடுப்பு வெளியிடுவதற்குச் சமமான வெப்பத்தை வெளியிடுகிறான். நாம் வேலை செய்கையிலும் நடமாடுகையிலும் வெளியிடும் வெப்பத்தின் அளவு வெகுவாய் உயர்ந்து விடுகிறது.

உடலுக்குத் தெரிந்ததே இது. குளிர் அதிகமானதும் தானாகவே அது அதிர்ந்தாடத் தொடங்குகிறது. உங்கள் பற்கள் அடிக்கவும், உடல் நடுங்கவும் ஆரம்பித்தால், உங்கள் உடல் அதன் உலைகளை மூண்டெரியச் செய்கிறது என்பதுதான் பொருள். மொத்தத்தில் உடல், சிக்கனமான, திறன் மிக்க தானியங்கி வெப்ப அமைப்பாய்ச் செயல்படுகிறது.

தசைநார்களாலும் உள்ளுறுப்புக்களாலும் உண்டாக்கப்படும் வெப்பம் இரத்தத்தின் மூலம் உடல் முழுவதிலும் பரப்பப்படுகிறது. திடப் பொருள்களின் வழியாக, ஒரு தசைநா

ரிலிருந்து மற்றொன்றுக்கோ, வயிற்றிலிருந்து சிறுநீரகங்களுக்கோ நேரடிக் கடத்தல் மூலம் வெப்பம் எடுத்து செல்லப்படுவது திறனில்லா முறையே ஆகும். நமது உடலின் தசை நார்களும் தோலும் கொழுப்பும் நல்ல வெப்பக் கடத்திகள் அல்ல. எனவேதான் நமது உடல் இரத்த ஓட்டத்தின் மூலம் வெப்பம் எடுத்துச் செல்லப்படும்படிச் செய்கிறது. உடல் அளவுக்கு மீறி வெப்பமடைந்துவிடும்போது, தோலுக்கு அதிக அளவு இரத்தம் பாய்கிறது; சுற்றுப்புற வளிமண்டலத்திற்கு நாம் அதிக வெப்பத்தை வெளியிடுகிறோம். குளிர் அதிகமாகிவிடும்போது, தோலுக்குக் குறைந்த அளவில்தான் இரத்தம் பாய்கிறது; உடலின் வெப்பம் இவ்வாறு பாதுகாக்கப்படுகிறது.

தனிவகை அறையில் ஒருவரை வைத்து அவரை 20 டிகிரிக்குக் குளிர வைத்தனர். இந்த நிலையில் அவர் 2 மணி நேரம் இருந்தார். கையிலும், காலிலும் இணைக்கப்பட்டிருந்த கலோரிமீட்டர்கள் அவர் உடலிலிருந்து வெளிவந்த வெப்பத்தை அளந்தன. உடலின் சராசரி வெப்ப நிலையைக் கணக்கிடுவதற்காக, உடலின் ஒன்பது இடங்களில் வெப்பமானிகள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. வெப்ப உற்பத்தி 20 சதவிகிதம் அதிகரித்தபோதுங்கூட, அவருடைய தோலின் வழியே வெளியிடப்பட்ட வெப்பத்தின் அளவு வெகுவாகக் குறைந்துவிட்டது தெரிந்தது.

உடலின் வெப்பநிலை மாற்றமின்றி சீரான நிலையில் இருக்கும்படி ஒழுங்கியக்கும் உடலியல் சூட்சுமம் குளிர் மண்டலத்தைக் காட்டிலும் வெப்ப மண்டலத்திற்கே அதிக அளவு இசைவான முறையில் திட்டமிடப்பட்டுள்ளதென்று பல விஞ்ஞானிகள் கருதுவதை இங்கு குறிப்பிட வேண்டும். மனிதன் பிரதானமாக வெப்ப மண்டல உயிரினத்தவனே

ஆவனென்பதே அவர்களுடைய கருத்து. குளிர் மண்டலத்தில் அவனால் வாழ முடியும் என்றாலும்கூட, துருவப் பிராணியைத் தென்பகுதியில் வாழ வைப்பது போல அது இயற்கைக்கு முரணானதாகும் என்கின்றனர்.

உடல் அதன் வெப்பநிலையைப் பல வழிகளில் ஒழுங்கியக்குகிறது. நீரை ஆவியாக்குதல் ஒரு வழி. இதற்கு அதிக அளவில் வெப்பம் தேவைப்படுகிறது. வெப்பம் அளவு மீறிவிடும் அபாயம் ஏற்பட்டதும் உடல் உடனே இந்த உபாயத்தைக் கையாளுகிறது. நமக்கு வியர்த்துவிடுகிறது. சுருங்கக் கூறின், யாவும் திறம்பட ஒழுங்கியக்கப்படுகிறது. இயந்திர அமைப்புகளில்செய்யப்படுவதுபோலவே உடலிலும் ஒழுங்கியக்கப்படுகிறது என்று சொல்லத் தோன்றுகிறது. முன்பு நான் இதைச் சொல்லிய போது, உடலியலாளர்களுக்குக் கோபம் வந்துவிட்டது. உயிரினங்களது உடலமைப்பில் இருப்பதைப் போன்ற திறம்பட வேலை செய்யும் ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமத்தைப் பொறியாளர்கள் அமைத்திட இன்னும் எவ்வளவோ காலமாகிவிடுமென்று அவர்கள் கடிந்து கொண்டனர். இதற்கு ஆதாரமாய் மிகப் பல வாதங்களையும் விவரங்களையும் அள்ளி வீசினர். முதலாவதாக, நம்முள் செயல்படும் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகள் மனிதனால் இதுவரை அமைக்க முடிந்த தானியங்கி சூட்சுமங்கள் யாவற்றையும்விட மிகவும் உன்னதமானவை. உயிரணுவின் உயிர்ச் செயல்களுடைய நுண்ணயமும் நெகிழ்வும் பேராற்றல் படைத்த பொறியாளரின் கைவன்மைக்கெல்லாம் அப்பாற்பட்டவையாகும். இதில் வியப்பில்லை. பல கோடி ஆண்டுகளாய் வளர்ந்து குறை காண முடியாதபடி செம்மை பெற்ற அமைப்பு அல்லவா இது? கோடிக் கணக்கான ஆண்டுகளுக்கு முன்பு இயற்கையால் உருவாக்கப்பட்ட மிக நேர்த்தியான

இந்தத் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளுடன் ஒப்பிடக்கூடிய அமைப்புகள் குறித்து தற்போது பொறியாளர்கள் ஆர்வக் கனவு காண்பதுடன் திருப்தியடைய வேண்டியதாயுள்ளது.

அண்மையில், ஒழுங்கியக்கும் அமைப்புகளது சிக்கலான செயல்முறைகள் குறித்து சுவையான சில புதிய இயல்புகள் தெரிய வந்துள்ளன. உதாரணமாய் வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகளை எடுத்துக் கொள்வோம். நாட்பொழுதுக்கு ஏற்ப உடலின் வெப்பநிலை மாறிச் செல்வது தெரிய வந்தது. இரவு நேரத்தில், உடலின் வெப்பநிலை பகலில் இருப்பதைக் காட்டிலும் குறைவாயுள்ளது. காலையில் ஏறத்தாழ 36.5 டிகிரி சென்டிகிரேடாக இருப்பது, மாலையில் 37.5 டிகிரியாக உயர்கிறது. சுற்றுப்புறத்திற்கு ஏற்ப, நமது உடலின் வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகள் தாமாகவே தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ளுகின்றன.

நோயின் வழக்கமான அறிகுறி வெப்பநிலையில் ஏற்படும் உயர்வு. இந்த உயர்வு உடலின் வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகளில் ஏதோ கோளாறு என்பதைக் குறிக்கவில்லை. மாறாக, நோயைச் சமாளிப்பதற்கு உடலுக்குக் கூடுதலான வெப்பம் தேவையாயிருப்பதால், புதிய நிலைமைகளுக்கேற்ப வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகள் வேலை செய்யத் தொடங்குகின்றன என்பதையே இது குறிக்கிறது. காய்ச்சலானது நோயின் மறைமுகமான அறிகுறியே; உடலில் நோய்க்குரிய நிகழ்ச்சிப்போக்கு நடைபெற்றுக் கொண்டிருப்பதை காட்டும் ஒரு குறியறிவிப்பே.

சிலசமயம் மருத்துவர்கள் வேண்டுமென்றே உடலின் வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகளுடைய செயலைத் தடையுறுத்துவது உண்டு. வெப்பநிலையைக் குறைப்பதன் மூலம், அவர்கள் செயற்கையாக ஒருவிதச் ''செயலின்மையை'' ஏற்படுத்து

கின்றனர். அப்பொழுது உடலின் உயிர்ச் செயல்கள் மந்தப் பட்டு, முறையான நிலைமைகளில் செய்ய முடியாத அறுவை சிகிச்சையைச் செய்து முடிப்பது சாத்தியமாகிறது. நமது ''கணப்பு அமைப்பை'' ஒழுங்கியக்கும் நரம்பு மையத்தைச் சற்று செயலற்று முடங்கச் செய்வதன் மூலம் இந்நிலையை ஏற்படுத்துகின்றனர்.

இது நம்மைப் பிரதான விவகாரத்துக்கு அழைத்து வருகிறது; அதாவது, வெப்ப ஒழுங்கியக்கம் நரம்பு மண்டலத்தின் செயலாகும் என்பதே இங்கு நாம் பிரதானமாய்க் கவனிக்க வேண்டியது. இதைச் செய்வது மூளைப் புறணியின் தலைமையில் இயங்கும் மத்திய நரம்பு மண்டலம் அல்ல; நமது உணர்வின் ஆட்சிக்கு உட்படாது தானியங்கி முறையில் செயல்படும் வட்டாரத் தன்னுட்சி நரம்பு மண்டலமே இதைச் செய்கிறது.

வெப்பத்தை ஒழுங்கியக்கும் மையம் தண்டுவடத்தின் [spinal cord] தொடர்ச்சியான முகுளத்தில்தான் இருக்கிறது. இங்கு இரத்தம் மிகுதியாகப் பாய்கிறது. இதனுல் இதற்கு உடலின் நிலையைப் பற்றி தொடர்ச்சியாகத் தகவல் கிடைக்கிறது. உடலின் பல்வேறு பாகங்களுக்கும் அது இரத்த ஓட்டத்தை ஒழுங்கியக்கி, வெப்பம் கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ தேவைப்படுவதற்கேற்ப, இரத்த ஓட்டத்தை அதிகரிக்கவோ குறைக்கவோ செய்கிறது. பிராணிகளைக் கொண்டு நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் மூலம் இது விவரமாகத் தெரிய வந்துள்ளது. வெப்பத்தை ஒழுங்கியக்கும் நாய்களுடைய நரம்பு மையம் நேரடியாகத் தூண்டிவிடப்பட்டதும், அவை அறையில் வெப்பம் கூடுதலாகிவிடும்போது என்ன செய்யுமோ அவ்வாறு நடந்து கொண்டன, அதாவது நாக்கைத் தொங்கவிட்டுக் கொண்டு, ஆழமாய் மூச்சை இழுத்து மூச்சு

விட்டன. ''குளிர்த்'' தூண்டலானது அவற்றை நடுங்கச் செய்தது.

ஆனால் வெப்பநிலை மாற்றங்கள் சுற்றுப்புறத்தில் சாதாரணமாய் ஏற்படுகின்றன. ஆகவே வெப்ப உணர்ச்சிப் புலன்கள் உடலின் புறப் பகுதிகளில் இருக்க வேண்டுமென எதிர்பார்ப்பது இயற்கையே. இத்தகைய ''வெப்பமானிகள்'' தோல் முழுவதும் அமைந்திருக்கக் காண்கிறோம். சில குளிரை மட்டும் உணர்த்துவனவாகவும் ஏனையவை வெப்பத்தை மட்டும் உணர்த்துவனவாகவும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு ''வெப்பமானியும்'' ஒழுங்கியக்கும் மையத்துடன் மெல்லிய நரம்பிழையால் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த நரம்பிழைகள் இடையறாது மையத்திற்குத் தகவல்களை அஞ்சல் செய்கின்றன. ''குளிர் வெப்பமானிகள்'' அறிவிக்கும்போது, நாம் குளிரை உணர்கிறோம்; ''வெப்பம் உணர்த்தும் வெப்பமானிகள்'' தகவல் அனுப்பும்போது வெப்பத்தை உணர்கிறோம். வெப்பத்தை ஒழுங்கியக்கும் மையம் தகவல்களைப் பகுத்தாய்ந்து, தேவையான உத்தரவுகளைப் பிறப்பிக்கிறது. ''தசைநார்களுக்கு அதிக எரிபொருள் அனுப்புங்கள்! வெப்பமூட்டும் பொறிகளை அதிக எண்ணிக்கையில் இயக்குங்கள்!'' என்றோ, ''தோலுக்கு வெப்ப இரத்த ஓட்டத்தைக் குறையுங்கள்! வெப்பம் விரயமாகாமல் சிக்கனம் செய்யுங்கள்!'' என்றெல்லாம் அது உத்தரவிடுகிறது.

நமது ''கணப்பு அமைப்பு'' மிகவும் நூதனமான ஏற்பாடாகும் ''வெப்பமானிகள்'' நேரடியாக வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகளைச் செயல்படச் செய்கின்றன. இந்த அமைப்பு உணர்ச்சி நயம் வாய்ந்தது. வெளிப்புறக் காற்றின் வெப்பநிலை மாறத் தொடங்கிய சில விநாடிகளுக்கெல்லாம் இவ்வமைப்பு

செயல்பட ஆரம்பித்துவிடுகிறது. ஆரோக்கியமான உடலில் அது நொடிப் பொழுதும் தாமதிப்பதில்லை.

தோலிலுள்ள வெப்பமானிகளை விவரமாக ஆராய்ந்ததில், வெளிப்புற வெப்பநிலை மாறும் வேகத்தையும் அவை பதிவு செய்கின்றன என்று தெரிய வந்துள்ளது. இந்த வேகத்துக்கு ஏற்ப ஒழுங்கியக்கிகள் வேகமாகவோ மெதுவாகவோ இயங்கி வெப்பச் சமநிலையைப் பாதுகாக்கின்றன.

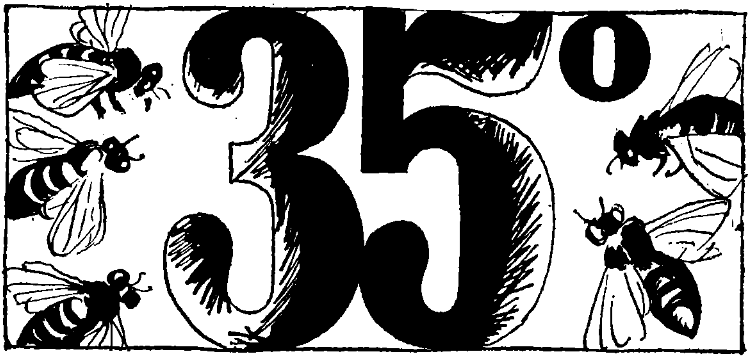
குறையற்ற இந்தச் சிறப்பும் நுட்பத் திறனும் கொண்ட அமைப்பை உருவாக்க இயற்கைக்கு நீண்டகாலம் பிடித்திருக்கும் என்பது தெளிவு. வளர்ச்சியில் கீழ்நிலையிலுள்ள பாலூட்டிகளிடம் வெப்ப ஒழுங்கியக்கிகள் இவ்வளவு நுட்பத் திறனுடையனவாய் இல்லை. இவற்றின் உடல் வெப்பநிலையில் ஒரு டிகிரி வரைகூட மாறுபாடு இருக்கக் காண்கிறோம்.

பூச்சிகள், பல்லிகள், தவளைகள் முதலான குளிர் இரத்தமுள்ள பிராணிகள் ''கணப்பமைப்பு'' இல்லாமல் எப்படி உயிர் வாழ்கின்றன என்ற கேள்வி எழுகிறது.

தேன்கூடு சையர்னெத்தியம்

பூச்சிகளின் கூட்டு வாழ்வுக்கு ஏற்பாடு செய்கையில் இயற்கை ஒரு சாதுர்ய வழியைக் கையாண்டுள்ளது. தேன் கூட்டில் ''கணப்பு அமைப்பு'' இல்லையாயினும் கோடையில் 35 டிகிரியும், குளிர் காலத்தில் 25—30 டிகிரியும் ஏறத்தாழ நிலையான வெப்பநிலை இருந்து வருகிறது. தேனீக்களே இதனை ஒழுங்கியக்கிக் கொள்கின்றன.

கூடு குளிர்ந்துவிட்டால், தேனீக்கள் 'புஸ்' என்று இரைய ஆரம்பித்துவிடுகின்றன; அதாவது இறக்கைகளைப் படபடக்கச் செய்கின்றன. இதன் மூலம், அவற்றின் உடல் வெப்பநிலை



சிறிதளவு உயர்கிறது. அந்த வெப்பம் கூட்டிலிருந்து வெளியே சென்றுவிடாதபடித் தடுப்பதற்காக அவை அடையாக ஒன்றுசேர்ந்து ஊர்ந்து இளம் புழுக்கள் இருக்கும் அறைகளை அடக்கமாய் மூடிக் கொள்கின்றன.

கூடு அளவுக்கு மீறி வெப்பமாகிவிட்டால், அவை கடைப் பிடிக்கும் முறை மேற்கூறியதைவிடச் சிக்கலானது. சில தேனீக்கள் தங்களது துதிக்கைகளில் நீரை அள்ளி வந்து சேர்க்கின்றன; சில அந்நீரைக் கூட்டினுள் தெளிக்கின்றன; மற்றும் சில இறக்கைகளை வேகமாக அடித்து, காற்றோட் டத்தை உண்டாக்கி, நீரை வேகமாய் ஆவியாக்குகின்றன. நீர் ஆவியாகும்போது, வெப்பம் செலவாவது தெரிந்ததே. இதனால் கூடு குளிர்ச்சியடைகிறது.

தேனீச் சமுதாயங்களின் இந்த அதிநுட்ப ஒழுங்கமைப்பு மேல்நிலைப் பிராணிகளுக்குள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு களை ஒழுங்கியக்கும் முறைக்கு ஒப்பானது. தேன்கூட்டைப் பரிசீலித்தால் அதனை இவ்வகையில் உயிரமைப்பாகக் கருத லாம்.

ஒவ்வொரு தேனீயின் உடலிலும் வெப்பமுணர் புலன்கள் இருக்கின்றன. வெப்பநிலையில் 0.2 டிகிரி சென்டிகிரேடு அளவான சிறு மாற்றங்களையும்கூட இவை உணர்ந்து செயல் படக் கூடியவை. மிகவும் சுவையான விவரம் என்னவெனில் தேனீக்களின் உயிர்ச் செயற்பாட்டுக்கும் புழுக்களின் வளர்ச் சிக்கும் மிகவும் உகந்த 35 டிகிரி சென்டிகிரேடு வெப்ப நிலைக்கு இந்த வெப்பமுணர் புலன்கள் இயைவிக்கப்பட்டிருக் கின்றன. உயிருள்ள ஆயிரக்கணக்கான வெப்பமானிகள் கூட்டின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் உள்ளன எனலாம். இவை வெப்பநிலையை அளப்பதோடு, ஒழுங்கியக்கவும் செய்கின்றன. நீரைக் கொண்டு வரும் ஈக்கள், அதைத் தெளிக்கும் ஈக்கள், ''காற்றோட்டத்தை'' ஏற்படுத்தும் ஈக்கள் ஆகிய பலவற் றிடையிலும் முழு அளவுக்கு ஒத்துழைப்பும் இணக்கமும் இருந்தால்தான், வெப்பத்தை ஒழுங்கியக்குவது பயனுள்ளதா யிருக்கும். அதிநுட்ப உழைப்புப் பங்கீட்டின் மூலம் இந்த ஒத்துழைப்புக்கும் இணக்கத்துக்கும் வகை செய்யப்படு கிறது. வயதிற்கேற்ப அந்தந்த தேனீக்கும் தனிக் கடமை கள் வகுத்தளிக்கப்பட்டுள்ளன. (பெண் தேனீக்கள் மட்டுமே வேலை செய்கின்றன). இளந் தேனீ சாதாரணமாய்த் தன் வாழ்வின் முதல் மூன்று தினங்களைத் தேன் அடைகளைச் சுத்தம் செய்வதில் கழிக்கிறது. பின்னர் ஏறக்குறைய ஒரு வாரத்திற்கு அது தாதியாகப் பணியாற்றுகிறது; இளம் ஈக் களைப் பராமரிப்பதிலும் கூட்டைச் செப்பம் செய்வதிலும் நிர்மாண வேலைகளிலும் ஈடுபடுகிறது. படிப்படியாக அது அதிக நேரத்தைத் தேன்கூட்டின் வாசலில் நின்று பணியாற் றுவதில் செலவிடுகிறது; உணவு சேகார ஈக்களிடமிருந்து பூந் தேனையும் மகரந்தத்தையும் வாங்கி வைக்கிறது. பெரும்பா லும், இதுவே விரைவில் அதன் நிரந்தர வேலையாகிவிடுகிறது.

ஆனால், உழைப்புக்கான தேவை பருவ காலத்தைப் பொறுத்து மாறுதலடைகிறது. கோடையில் வேலை அதிகமாகவும், குளிர்காலத்தில் சற்று மந்தமாகவும் உள்ளது. தவிரவும் வானிலையைப் பொறுத்தும், தேனீச் சமுதாயம் பெரியதா சிறியதா என்பதைப் பொறுத்தும் இத்தேவை பெருகவோ குறையவோ செய்கிறது. இருந்தபோதிலும் நீரும் உணவும் தேடியெடுத்து வரவோ, புதிய தேனடைகள் கட்டவோ வேண்டிய தேனீக்கள் போதிய அளவில் எப்பொழுதும் இருந்து வருகின்றன.

தேனீக் குடும்பம் ஒன்றிலிருந்து உணவு தேடும் ஈக்கள், கூடு பராமரிக்கும் ஈக்கள் ஆகிய இரு வகைகள் தனியே பிரிக்கப்பட்டு தனித்தனி இரு குடும்பங்களாக்கப்பட்டன. ஈக்கள் இந்தப் புதிய நிலைமைகளுக்குத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொண்டன; விரைவில் இரு குடும்பங்களிலும் எல்லா வேலைத் துறைகளிலும் தேர்ச்சி பெற்ற ஈக்கள் தோன்றி விட்டன.

தேன்கூட்டில், வேலைகளை ஒழுங்கியக்கிப் பிரித்தளிப்பது யார்? ஜெர்மன் பூச்சியியலாளரான [entomologist] மார்ட்டின் லிண்டௌர், ஒரு தேனீக்கு அடையாளக் குறியிட்டு அதன் செயல்களைப் பலமணி நேரத்திற்குத் தொடர்ந்து கவனித்தார். தாம் கண்ணுற்றதைக் கொண்டு அவர் ''நேரம்—செய்யும் வேலை'' என்பதாக விளக்கப் படம் ஒன்றைத் தொகுத்தார். அந்தத் தேனீ தேனடையைச் சுத்தம் செய்வதைக் குறிக்க அவர் படத்தில் துடைப்பக் குறியை வரைந்தார்; கூட்டைச் சுற்றிப் பார்வையிட்டதைக் குறிக்க தொப்பியும் பிரம்பும் வரைந்தார்; அது ஓய்வு எடுப்பதைக் குறிக்கப் படுக்கை வரைந்தார். அடிக்கடி தென்பட்ட குறி படுக்கையே என்பதைக் கண்டு அவர் வியப்புற்றுவிட்டார்.

தேனீக்கள் ஓயாது உழைப்பவை, சுறுசுறுப்பானவை என்று புகழ்கிறோமே, அது ஒன்றும் அப்படி உண்மையல்ல. இரவும் பகலும் தேன்கூட்டில் வேலை நடைபெறுவது மெய்தான். அதனால்தான் அவை அடிக்கடி ஓய்வெடுத்துக் கொள்ள முடிகிறது போலும்.

ஒரு தேனீ தனது வேலையை முடித்ததும் ''ரோந்து'' சுற்றுகிறது. தேனடைகளைப் பலமுறை சுற்றிப் பார்வையிடுகிறது; அறைகளினுள் பார்க்கிறது; கூட்டின் பல பகுதிகளிலும் நிலவும் நிலைமைகளைக் காண்கிறது. எங்காவது ஒரு வேலையிடம் காலியாயிருந்தால், உடனே அங்கு சென்று வேலை செய்கிறது. என்ன செய்ய வேண்டும் என்று தேனீக்களுக்கு யாரும் ''உத்தரவிட'' வேண்டியிருப்பதில்லை. செய்ய வேண்டியதை அவை தாமாகவே கண்டறிந்து கொள்கின்றன.

''கூடு முழுவதும் ஊர்ந்து சென்று பார்வையிடும் ஆயிரக் கணக்கான காவல் ஈக்களைத் தவிர, வேலைக்குத் தயாராய்க் காத்திருக்கும் ஏராளமான ஈக்கள் அங்குமிங்கும் திரிந்து கொண்டிருக்கின்றன: நிறைய உணவு இருக்கும் இடம் ஏதேனும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு அறைகூவல் விடுக்கப்பட்டதும் அவை அணிதிரண்டு வேலைக்குக் கிளம்புகின்றன'' என்று எழுதுகிறார் லிண்டௌர்.

ஒரு தனிவகை குறியறிவிப்பின் மூலம் இத்தகவல் அறிவிக்கப்படுகிறது. உணவு தேடும் தேனீ அலர்ந்த மலர்கள் நிறைந்த ஓரிடத்தைக் கண்டுபிடித்ததும், கூட்டிற்குத் திரும்பி வந்து நுட்பமான நாட்டியம் ஆடுகிறது. நாட்டியமாடும் ஈயின் பின்னால் பிற ஈக்கள் அணிதிரண்டு, அது சுட்டிக் காட்டிய திசையில் பறந்து உணவை நாடிச் செல்கின்றன. தேனீக்களின் ''மொழி'' குறியறிவிப்பு மொழியே.

சுருக்கமாய்ச் சொன்னுல், தேனீக்கள் கூட்டினுள் வெப்ப நிலையை அளக்கின்றன; தமது புழுக்களுக்கு எவ்வளவு உணவு வேண்டும், தேனடையில் புதிதாய் எத்தனை அறைகள் கட்ட வேண்டும் என்பனவற்றை நிர்ணயிக்கின்றன. தேவைக்கேற்றபடி நீர் தூக்கியாகவும் உணவு தேடியாகவும் தாதியாகவும் கொத்து வேலையாளாகவும் பணியாற்றுகின்றன. சமுதாய வாழ்வை ஒழுங்கியக்குவதில் நிலைமைக்குத் தக்கபடி வளைந்து கொடுக்கும் நெகிழ்வான போக்கு அனுசரிக்கப்படுகிறது. தேன்கூட்டில் காணப்படும் வாழ்க்கையின் நடப்பு சைபர்னெத்திய அமைப்பின் செயல்முறையை ஒத்திருக்கிறது.

''இது போன்ற ஒழுங்கியக்கி, தகவல் அனுப்பு அமைப்புகளைப் பொறியாளர்கள் பிற்பட்ட புராதன நிலைக்குரிய அமைப்புகளாகவே கருதுவர்'' என்று எழுதுகிருர் லிண்டௌர்.

நரம்பு மண்டலம் தகவல்களைக் கையாளும் வேகத்துடனும் துல்லியத்துடனும் ஒப்பிடுகையில் இது மிகவும் பின்தங்கியதே. அளவு மீறி சூடாகிவிட்ட கூட்டின் மையத்தில் நீர்த் தட்டுப்பாடு என்கிற ''செய்தி'' கூட்டின் வாயிலை வந்தடைவதற்கு 15 நிமிடத்திலிருந்து அரை மணி வரையில் ஆகிறது. இருந்த போதிலும் தேன்கூடு சைபர்னெத்தியம் உயிர் வகைகளிடையே காணப்படும் ஒழுங்கியக்கி முறைகள் பல்வகைப்பட்டனவாய் இருப்பதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.

1962ஆம் ஆண்டு வசந்தத்தில் நடைபெற்ற உயிரியல் சைபர்னெத்தியக் கூட்டமொன்றில் ''வனத் துறை சைபர்னெத்தியம்'' குறித்துப் பேராசிரியர் வலென்தீன் நேஸ்தெரவ் பேசியதைக் கேட்டேன். இவர் மரஞ்செடிகளின் வெப்ப

நிலையும் சுற்றுப்புற வெப்பநிலை, ஈரப்பதம் ஆகியவற்றை யும் தொடர்ந்து பல ஆண்டுகளாய் நாள் தவருமல் அளந்து வந்தார். மழைக் காலமாளுலும் கோடையாளுலும் மரஞ் செடிகள் பலவும் தமது வெப்பநிலையையும் ஈரப்பதத்தை யும் அனேகமாய்ச் சீரான நிலையில் வைத்திருப்பதை அவர் கண்டார். ஆளுல் எல்லாமே இவ்வாறு வெற்றி பெறுவதாய்க் கூறுவதற்கில்லை. உதாரணமாகக் கோதுமை தன்னைத் தானே சிறந்தபடி ஒழுங்கியக்கம் செய்து கொள்கிறது. பாசி, களான், சணல், உருளைக்கிழங்கு முதலியவை தமது அகநிலைமைகளை ஒழுங்கியக்கிக் கொள்ளும் ஆற்றல் இல்லாதவை என்று சொல்ல வேண்டும். மழை பெய்யும் போது இவை நீர் கோத்து வீணுகிவிடுகின்றன; வெயில் அதிகமானதும் வாடி வதங்கிவிடுகின்றன.

''தாவர சைபர்னெத்தியம்'' கீழ்நிலைப் பிராணிகளது சைபர்னெத்தியத்தையும்விட பிற்பட்ட நிலையிலுள்ளது. நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுங் கூட பல்வேறு வளர்ச்சித் தரங்களில் இருப்பதால்தான் இதனை நான் இங்கு குறிப்பிடுகிறேன்.

உடலின் செய்திப் போக்குவரத்து அமைப்புகள்

மனிதனிடம் சர்க்கரை அளவு மீறிவிடக் கூடாதென்று இயற்கை பெரு முயற்சி செய்திருப்பதாய்த் தெரிகிறது. மனித இரத்தத்தில் 100 கிராமில் 80-120 மில்லிகிராம் சர்க்கரைதான் இருக்கிறது. இது சாதாரண சர்க்கரை அல்ல. இதை திராட்சை சர்க்கரை அல்லது குளுக்கோஸ் என்கிருேம். இது நமது உடலுக்கு ஆற்றல் அளித்திடும் ஒரு முக்கிய ஆதாரமாகும். சாதாரணமாய் இது மிக மெதுவாகவே

எரிந்து நீராகவும் கரியமில வாயுவாகவும் மாறுகிறது. இந்த இரசாயன நிகழ்ச்சியின் போது வெளியாகும் ஆற்றல் உடலின் உயிரணுக்களது இரசாயன ''ஆலைகளுக்கு'' இயக்கு விசையாகிவிடுகிறது.

எரிபொருள் வழங்குவதில் தாமதம் ஏற்படின், உயிரணுக்களில் நடைபெறும் பொருளுற்பத்தி வேலைகள் தடைப்படுகின்றன. நரம்பு, தசைநார் உயிரணுக்கள்தான் எரிபொருள் தட்டுப்பாட்டால் விரைவாகவும் மிகுதியாகவும் பாதிக்கப்படுகின்றன. எரிபொருள் வழங்குவதில் சிறிதளவு தாமதம் ஏற்படினும் உடல் முழுவதையுமே பாதிக்கும் கடுங்கோளாறுகள் உண்டாகிவிடும். எனவே, உடலின் எரிபொருள் போக்குவரத்துக்குரிய பிரதான அமைப்பான இரத்தத்தின் சர்க்கரை உள்ளடக்கம் மாற்றமின்றி ஒரே நிலையில் இருக்க வேண்டும். சர்க்கரை தேவைப்படும் அளவுக்கும் இரத்தத்தினால் அளிக்கப்படும் அளவுக்கும் சிறிதளவு மாறுபாடு ஏற்படினும், உடனே உடலமைப்பு அதைச் சரிசெய்ய தக்க நடவடிக்கைகளை மேற்கொள்ளுகிறது.

உடலின் எரிபொருள் சேமிப்புக் கிடங்குகளில் ஒன்றான கல்லீரல்தான் சர்க்கரையை வினியோகிக்கும் பிரதான மையம். குளுக்கோஸ் சர்க்கரை கிளைக்கோஜன் எனப்படும் சிக்கலான உயிரின மாவுச்சத்தாய்க் கல்லீரலில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. வேலை செய்யும் உயிரணுக்களுக்கு எரிபொருள் விநியோகிக்கப்படுகையில் கிளைக்கோஜன் மூலக்கூறுகள் எளிய குளுக்கோஸ் மூலக்கூறுகளாகச் சிதைவடைகிறது.

உயிரணுக்கள் தொடர்ச்சியாக இரத்தத்திலிருந்து குளுக்கோசைக் கிரகித்து, அதை 'எரித்த'பின், திரும்பவும் எரிபொருள் வேண்டுமென்று கூப்பாடு போடுகின்றன. கல்லீரல் மும்முரமாய் வேலை செய்து கிளைக்கோஜனிலிருந்து

குளுக்கோஸ் தயாரிக்கிறது. இந்த கிளைக்கோஜன் கையிருப்பு, குறைந்து விடாதபடி உடலமைப்பு உட்கொள்ளும் உண வின் குளுக்கோஸ் தொடர்ந்து கிளைக்கோஜனுக மாற்றப்படு கிறது.

மேலோட்டமாகப் பார்க்கும்போது, கல்லீரலானது வீண் வேலையில் ஈடுபடுவதாய்த் தோன்றும். இரத்தத்திலிருந்து அது குளுக்கோசை எடுத்துக் கிளைக்கோஜனுக மாற்றுகிறது; மீண்டும் அதைக் குளுக்கோசாக மாற்றி இரத்தத்திலேயே செலுத்திவிடுகிறது. உண்மையில் இது வீண் வேலையல்ல; இந்த முடிவற்ற மாற்றங்களுக்கும் மறுமாற்றங்களுக்கும் முக்கிய நோக்கம் இருக்கிறது. உயிரமைப்பினுள் இவை பொருளின் சுழல் நிகழ்ச்சியைக் குறிக்கின்றன. இந்தச் சுழல் நிகழ்ச்சி உயிருக்கு இன்றியமையாதது; இதன் மூலமாகத் தான் உடலின் இரசாயன இயைபு மாற்றமின்றி தேவையான நிலையில் இருக்கும்படித் தானியங்கி முறையில் கல்லீரலால் ஒழுங்கியக்கப்படுகிறது.

இவ்வாருக கல்லீரல் இயற்கை வகுத்தளித்திருக்கும் உயிருள்ள மற்ருெரு தானியங்கி ஒழுங்கியக்கியாகும். கல் லீரலானது உடலமைப்பின் உயிரணுக்களுடன் நரம்புகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை என்பதையும், சர்க்கரை உள் ளடக்கத்தை அளந்து கூறும் நரம்புப் புலன்கள் உடலில் இல்லை என்பதையும் குறிப்பிட வேண்டும். அப்படியானுல் சர்க்கரை உள்ளடக்கம் எப்படி ஒழுங்கியக்கப்படுகிறது?

கல்லீரல் எரிபொருளை ஒழுங்கியக்கும் திறன்மிக்க சூட் சுமமாய்ச் செயல்பட, இரத்தத்தில் எவ்வளவு சர்க்கரை சேர்க்கப்பட வேண்டும் என்பதையும், எதிர்கால உபயோகத் திற்காக எவ்வளவு சேமித்து வைக்கப்படவேண்டும் என்பதை யும் அது நிர்ணயித்தாக வேண்டும். இதற்குத் தேவையான

தகவல் இரத்தத்திஞல் அளிக்கப்பட்டாக வேண்டும். இரத்த ஓட்டப் பாதைகளின் சந்திப்பில் கல்லீரல் அமைந்துள்ளது. குடலிலிருந்து வரும் இரத்தம் பிரதான பெருக்கில் கலக்கு முன் கல்லீரலின் வழியே செல்கிறது. உணவிலிருந்து எவ்வளவு சர்க்கரை கிரகிக்கப்பட்டுள்ளதென்பதை அப்பொழுது அது கல்லீரலுக்கு அறிவிக்கிறது. மற்ருெரு புறத்தில், தசைகள், உள்ளுறுப்புக்கள் ஆகியவற்றிலிருந்து வரும் இரத்தம் கல்லீரலேக் கழுவிச் செல்கிறது. இவற்றுக்குப் போதுமான சர்க்கரை வழங்கப்பட்டதா என்பதை இது அறிவிக்கிறது. ஆகவே, இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் அளவே, கல்லீரல் அதன் ஒழுங்கியக்கும் பணியைச் செய்வதற்கு வழிகாட்டுகிறது. இதற்குரிய குறியறிவிப்புகள் நரம்புகளின் வழியாக அல்லாது, இரத்தத்தின் வழியாகவே செலுத்தப்படுகின்றன.

தகவல் தூதுவர்களாய்ச் செயல்படும் தனி வகை இரசாயனப் பொருள்கள் இவ்வேலேயைச் செய்கின்றன. இரசாயன வினேகளில் அவை பங்கு கொள்வதில்லே; அவை கொண்டு வரும் தகவல்கள் குளூக்கோஸை கிளேக்கோஜஞக வோ, கிளேக்கோஜனே குளூக்கோஸாகவோ மாற்றுவதற்கான குறியறிவிப்புகளாகிவிடுகின்றன.

இந்த வேலே ஒரே பொருளிஞல், அல்லது அதிகம் போஞல், எதிர்நிலே வினேகளுக்குரிய இரண்டு பொருள்களிஞல் செய்யப்படுமென நினேக்கத் தோன்றும். ஆஞல் இரத்தத்தில் ஆறு தகவல் தூதர்ப் பொருள்கள் உள்ளன. உதாரணமாய், கணேயம் [pancreas] இன்சுலின் என்னும் ஹார்மோனேச் சுரக்கிறது. இன்சுலின் இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் அளவைக் குறைக்கிறது. அட்ரினல் சுரப்பிகள் இன்சுலினின் எதிர்ப்பொருள்களாய்ச் செயல்படும் பல ''தகவல் தூதுவர்

களை'' ஒருங்கே அனுப்புகின்றன. தாமதமின்றி எதிர்ச்செயல் புரிய வேண்டியது அவசர அவசியமாகும்போது மட்டுமே இந்த எதிர்பொருள்களில் ஒன்று அனுப்பி வைக்கப்படுகிறது. தைராய்டு சுரப்பி வெளியிடும் பொருள் ஒன்றும் உடலின் சிக்கலான தகவல் போக்குவரத்தில் பங்கு கொள்கிறது. இப் பொருள் வளர்சிதை மாற்றத்தை மும்முரமாக்குவதுடன், சர்க்கரை வழங்கும் பிரதான உறுப்பான கல்லீரலைத் துரித மாக இயங்கச் செய்கிறது.

ஓர் உறுப்பிலிருந்து மற்ருென்றுக்கு உத்தரவுகளை எடுத் துச் செல்லும் தகவல் தூதுவர்கள் உடலமைப்பினுள் நிறைய இருக்கக் காண்கிருேம். இரத்தத்தில் சர்க்கரைப் பொருளைச் சேர்க்க வேண்டும் என்று கல்லீரலுக்கு அறிவிப்பதற்குத் தகவல் தூதுவர்கள் இத்தனை பேர் இருக்கக் காரணம் என்ன? சர்க்கரையின் அளவைக் குறைக்க வேண்டும் என்ற உத் தரவை எடுத்துச் செல்லூ ஒரேவொரு தூதுவர் இருக்கையில், சர்க்கரையின் அளவைூ அதிகமாக்க வேண்டுமென்று அறிவிக்க ஐந்து தூதுவர்கள் உள்ளனர்.

இதற்குத் தக்க காரணம் உள்ளது. இரத்தத்தில் தற் காலிகமாய்ச் சர்க்கரையின் அளவு அதிகரித்தால், அதிகம் பாதிக்கப்படாமல் இதனை உடலமைப்பால் சமாளிக்க முடி யும். ஆனுல் சர்க்கரையின் பற்ருக்குறையினுல் கடுமையான விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன. எனவேதான் சர்க்கரையின் அளவு குறைந்துவிடும் அபாயத்தைத் தடுப்பதற்காக உடலமைப்பு முன்னெச்சரிக்கையுடன் விசேஷ நடவடிக்கைகளை எடுத் துள்ளது.

சர்க்கரைத் தூதுவர்களை அனுப்பி வைக்கும் சுரப்பிகள் ''மேல் அதிகாரியிடமிருந்து'' வரும் உத்தரவுகளின்படிச் செயல்படுகின்றன என்பதும் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெரிய

வந்துள்ளது. இந்தச் சுரப்பிகளின் ''அதிகாரி'' மூளையின் அடிப்பாகத்தில் இருக்கும் பிட்யூட்டரி சுரப்பியாகும். அதன் வேலைகளில் ஒன்று இரத்தத்திலுள்ள சர்க்கரையின் அளவை ஒழுங்கியக்குதல். சர்க்கரை வழங்கலையும் செலவையும் ஒழுங்கியக்குவதையே தனிப்பெரும் பணியாகக் கொண்ட ஒரு நரம்பு மையத்தால் பிட்யூட்டரி சுரப்பி ஒழுங்கியக்கப் படுகிறது. அது இடைமூளையில், உடலமைப்பின் வெப்ப நிலையை ஒழுங்கியக்கும் மையத்துக்கு அடுத்தாற்போல் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இடைமூளை பிட்யூட்டரி சுரப்பியுடன் நரம்பு இழை களால் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. இவ்விழைகள் பிட்யூட்டரி சுரப்பிக்கு உத்தரவுகளை எடுத்துச் செல்கின்றன. நாளமில் சுரப்பிகளாலும் பிட்யூட்டரி சுரப்பியாலும் சுரக்கப்பட்ட ஹார்மோன்கள் இரத்தத்துடன் கூடவே இடைமூளைக்கு வந்து அதற்குத் தகவல் தெரிவிக்கின்றன.

தகவல் தெரிவிப்பு வட்டம் இவ்வாறு பூர்த்தியாகிவிடு கிறது: உடலுக்குச் சர்க்கரை வழங்கப்படுவதற்கான உத் தரவுகளைப் பிறப்பிக்கும் இடைமூளைக்கு, அதன் உத்தரவுகள் எந்த அளவுக்கு நிறைவேற்றப்பட்டுள்ளன என்ற தகவல் தெரிவிக்கப்படுகிறது. இந்தத் தகவல் போக்குவரத்தில், அல்லது பொறியாளர் இதற்கு இட்டுள்ள பெயரைக் குறிப் பிடுவதெனில் இந்த விளைவறிவிப்புச் சுற்றோட்டத்தில், குறியறிவிப்புகள் நரம்புகளாலும் இரசாயனப் பொருள்களா லும் எடுத்துச் செல்லப்படுகின்றன.

இரசாயன முறையிலான தகவல் அறிவிப்பு அமைப்பு நரம்பு மூலமான அறிவிப்பு அமைப்பைக் காட்டிலும் தரக் குறைவானதாகும். நரம்புத் தகவல் அமைப்பு தந்தியைப் போல வேலை செய்கிறது; இரசாயனத் தகவல் அமைப்பு



''குடுவை அஞ்சல்'' போன்றது; கப்பலுடைந்துவிட்டால் மாலுமிகள் செய்வதைப் போல தகவலைக் குடுவையில் வைத்து மூடி நீரோட்டத்தில் எறிந்துவிடுவதற்கு ஒப்பானது அது. பிட்யூட்டரி சுரப்பியானது நரம்பு மண்டலத்திற்கும் உடலின் இயக்க விளைச ஆதாரத்துக்குமிடைப்பட்ட நிலைய மாகச் செயல்படுகிறது. அது நரம்பு மண்டலத்திலிருந்து உத்தரவுகளைப் பெற்று, அவற்றை இரத்தத்தில் சர்க்கரை அளவை ஒழுங்கியக்கும் சுரப்பிகளுக்கு அனுப்பி வைக்கிறது. மேற்கண்ட ஒப்புமையை மேலும் தொடர்ந்து கையாண்டால், நரம்புகள் எடுத்து வரும் ''தந்திகளை'' பிட்யூட்டரி சுரப்பி வாசித்தறிந்து, அவற்றுக்குத் தக்கத் தகவல்களைக் குடுவை களில் வைத்து அடைக்கிறது. இந்தக் குடுவைகள் ஓடையிலே மிதந்து சென்று, சேர வேண்டிய இடங்களுக்குப் போய்ச் சேருகின்றன. இயற்கையாகவே இதற்கு அதிக நேரம் தேவைப்படுகிறது.

ஒப்பளவில் இந்தப் பிற்பட்ட தகவல் அறிவிப்பு அமைப் பை நமது உடல் பயன்படுத்தக் காரணம் என்ன? இங்கு

முக்கியமானது தூண்டல் செயல்படும் காலமேயன்றி விளை வினையின் வேகமல்ல என்பதுதான் காரணம். ஹார்மோன்கள் இரத்தத்தில் இருக்கும்வரை அவை தம் வேலையைத் தொடர்ந்து செய்துகொண்டிருக்கும். நரம்பின் குறியறிவிப்பு வேகமாக வந்து சேருவது உண்மையே, ஆனால் தகவல் தெரிவிக்கப்பட்டதும் அது மறைந்துவிடுகிறது. மாவுச்சத்தைச் சர்க்கரையாக மாற்றும் வேலையைக் கல்லீரல் தொடர்ந்து செய்ய வேண்டுமாயின் குறியறிவிப்புகள் தொடர்ந்து வந்து கொண்டிருப்பது அவசியமாகிறது. சமநிலை மாறாதபடி கவனித்துக் கொள்வதற்குத் தொடர்ச்சியான தூண்டலே பொருத்தமானது.

இந்த இருவகைத் தகவல் அறிவிப்பு முறைகளும் ஒன்றுக் கொன்று அனுசரணையாகச் செயல்படுகின்றன. வேகமாகவும் நம்பகமாகவும் இயங்கும் ''தந்தி'' முறையிலும் வேண்டிய போது தகவல்கள் அனுப்பப்படுகின்றன. மந்தமாய்ச் செயல்படும் தூதுவர்கள் இடையில் ஓரிடத்தில் அவற்றைப் பெற்று, அவை போய்ச் சேர வேண்டிய இடத்துக்குக் கொண்டுபோய்ச் சேர்ப்பதுடன், கொடுக்கப்பட்ட உத்தரவுகள் நிறைவேற்றப்படுகின்றனவா என்பதையும் அங்கேயே காத்திருந்து பார்வையிடுகின்றனர்.

உயிருள்ள தானியங்கிகள்

இரத்தத்தில் சர்க்கரையின் உள்ளடக்கத்தை ஒழுங்கியக்கும் இந்த ஒரு பணிக்காக இயற்கை இவ்விதம் சிக்கலான ஒரு பெரிய அமைப்பை உருவாக்கி வைத்திருக்கிறது. நமது உடலில் இதைப் போல இன்னும் பல தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகள் இருக்கின்றன. நமது இருதயமும் நுரையீரல்களும்

கூட மாறுபடும் நிலைமைகளிலும் மிகவும் பயனுள்ள முறை யில் செயல்படும் சுய-ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமங்கள்தான்.

''மொத்தத்தில் உயிர்வகைகள் யாவுமே, மிக எளிய திலிருந்து மனிதனும் அடங்கலான மிக உயர்ந்த உயிரினம் வரையில் எல்லாமே, சுற்றுச்சார்புக்கு இசைவாய் மேலும் மேலும் அதிநுட்பமான முறையில் சமநிலை அமைத்திடும் விளைவினைகளது நெடுந் தொடரே ஆகும்'' என்று இவான் பாவ்லவ் கூறினார். உடலின் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை சமநிலைப் படுத்துவதற்காகச் செயல்படும் பல்வேறு வகையான தானியங்கி சூட்சுமங்களை இயற்கை நம்முள் நிரப்பி வைத் திருப்பது குறித்து எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு அதிகமாய்ப் படித்தறிந்து கொள்கிறோமோ, அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு தெளிவாய்ப் பாவ்லவின் மேற்கண்ட சொற்களின் மெய்ப் பொருளை உணர முடிகிறது.

இக்கருத்து இன்று தொழில்நுட்பப் பொருள் வளமுடை யதாகியுள்ளது. காரணம் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளுடனை ஒப்பீடு உயிருள்ள சூட்சுமங்களது செயல் முறையின் கோட்பாடுகளைக் கண்கூடாக்குகிறது என்பது மட்டுமல்ல. உயிரியல் நிகழ்ச்சிகளைப் பொறியாளரின் கண்ணோட்டத் துடன் அணுகுவதானது, நமது உடலின் தானியங்கி ஒழுங் கியக்கிகளின் செயற்பாடு குறித்து முற்றிலும் புதிய திருஷ்டி யை நமக்குக் கிடைக்கச் செய்கிறது. பொறியாளர் விளைவினை விளக்கப் படங்களை வரைந்து காட்டவும், திரும்பவும் சீரமைக்க எவ்வளவு நேரம் வேண்டுமென்பதைக் கணக் கிடவும், இச்சீரமைப்பு எப்படி செய்யப்படுகிறது என்பதைக் குறித்துக் காட்டவும் முடிகிறது.

ஒரு மனிதனுக்கு உணவுடன் முறையே 25, 50, 100 கிராம் குளூக்கோஸ் சேர்த்தளிக்கப்பட்டது. இரத்தத்தில் இதனுல்

உண்டான விளைவினைகள் சர்க்கரை உள்ளடக்க வரை கோடாய்க் குறிக்கப்பட்டன. மருத்துவர்கள் இம்மூன்று சோதனையிலும் கிடைத்த வரைகோடுகள் இயல்பில் ஒரே வகையினதாக இருக்கக் கண்டனர்: செங்குத்தான ஏற்றமும் அதைத் தொடர்ந்து திடீர் வீழ்ச்சியும், பிறகு சீரான நிலையிலிருந்து மேலும் மேலும் குறைந்து செல்லும் அலைவுகளது வரிசையும் இருக்கக் கண்டனர்.

மற்றொருவரிடத்தில் சில தூண்டல்களால் நாடித்துடிப்பில் ஏற்பட்ட விளைவினைகள் சோதிக்கப்பட்டன. வேறுவகையான வரைகோடு கிடைத்தது: அதில் செங்குத்தான ஏற்றத்தையும் வீழ்ச்சியையும் தொடர்ந்து சீரான நிலையை நோக்கிப் படிப்படியாய்ச் சரிவு காணப்பட்டது.

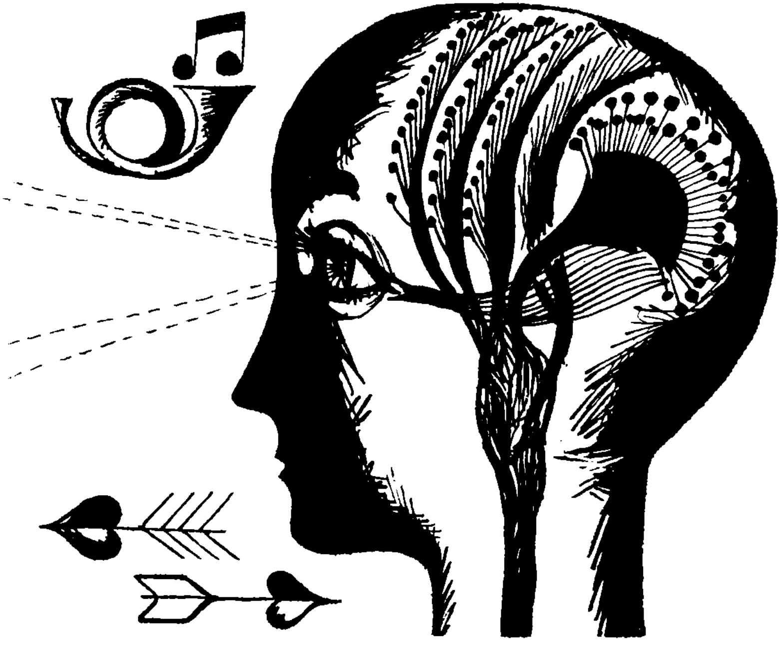
பல சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. உதாரணமாக, சிலருக்கு இரத்தத்தின் இயைபோ உட்சுவாசிக்கும் காற்றின் இயைபோ செயற்கையாக மாற்றப்பட்டது; வேறு சிலருக்கு உடலின் ஈரப்பதமோ, வெப்ப நிலையோ மாற்றப்பட்டது. எல்லாச் சோதனைகளிலும் ஒழுங்கியக்கிகள் இரண்டிலொரு வழியில்தான் செயல்பட்டன என்பது வளைகோடுகளிலிருந்து தெரிந்தது: திடீர் ஏற்றமும் வீழ்ச்சியும், பிறகு படிப்படியாக மந்தப்படும் ஆவர்த்தன அலைவுகளில் கீழிறங்குதல் (முதல் வகைச் சோதனையில் காணப்பட்டது போல); அல்லது ஏற்றத்தைத் தொடர்ந்து ஆவர்த்தனமில்லாத முறையற்ற அலைவுகளில் கீழிறங்குதல் (இரண்டாவது வகைச் சோதனையில் காணப்பட்டது போல).

ஏராளமானவர்களைச் சோதித்ததன் மூலம், உள்ளுடல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை ஒழுங்கியக்கும் இந்த இரண்டு அடிப்படை வகைகள் இருப்பது ஊர்ஜிதமாகியுள்ளது. மேலும், உடலமைப்புக்குரிய ஒழுங்கியக்க வகை, அதன் ஒவ்வொரு

உறுப்புக்கும் பொருந்துவதாயுள்ளது. இது மிகவும் முக்கிய மானது; ஏனெனில் உள்ளுடல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை உட லமைப்பு ஒழுங்கியக்கும் முறை தெரியுமாயின், அவ்வுடலின் ஒழுங்கியக்கிகளில் ஏதேனும் ஒன்றில் ஏற்படும் கோளாறுக்கு என்ன சிகிச்சை முறையைக் கையாளுவது என்பதை மருத் துவர் நிர்ணயிக்க முடியும்.

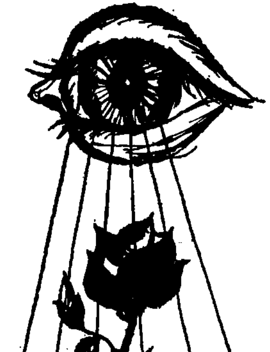
உடலின் ஒழுங்கியக்கச் செயற்பாடுகளின் தரத்தை மதிப் பிட மேலே விவரிக்கப்பட்டதையொத்த வரைபடங்களை உப யோகிக்கலாம். உதாரணமாக, செயற்கை முறையில் கூடுத லாக்கப்பட்ட இரத்தத்தின் சர்க்கரை உள்ளடக்கம் 30லிருந்து 50 நிமிடங்களுக்குள் மீண்டும் முறையான நிலைக்குத் திரும்பி விட்டால், அந்த ஆள் ஆரோக்கியமாய் இருக்கிறார், அவரு டைய சர்க்கரை ஒழுங்கியக்கி நல்ல நிலையிலுள்ளது என்று கொள்ளலாம். ஆனால், சர்க்கரை சமநிலைக்குத் திரும்பு வதற்கு உடலுக்கு ஒரு மணி நேரத்திற்கு மேல் பிடித்தால், அது நிலையற்றதாய் • இருப்பதாகக் கூறப்படும். வெளி யிலிருந்து மிகச் சொற்ப தூண்டல் ஏற்படினும் அதன் சர்க்கரை ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமத்தின் செயல் குலைந்துவிடக் கூடும். அதாவது, நீரிழிவு நோய்க்குரிய சிகிச்சை முறைகளை மேற்கொள்ள வேண்டும் என்பதே இதன் பொருள்.

சிந்தனையின் ஆய்வகம்





மூளையின் வரைபடம்



வரைபடம் ஒன்றிலிருந்து தொடங்கி நான் விந்தைமிகு சிந்தனையின் ஆய்வகமாய்த் திகழும் உயிருள்ள மூளையைப் பற்றி பலவும் தெரிந்து கொண்டேன். புவிக்கோளத்தின் வரைபடத்தைப் போலவே இதுவும் இரு சமப் பாதிகளாகப் பகுக்கப்பட்டிருந்தது. ஆயினும் சாதாரணப் படமாய் இருக்கவில்லை. ''புடைப்புருவின் எடுப்பான இயல்புகள்'' பலவற்றையும் காட்டும் சிறு வட்டங்களும் முக்கோணங்களும் கோடுகளும் இதில் குறிக்கப்பட்டிருந்தன. பெரும் பெரும் சமவெளிகள் பலவும் இருந்தன. இவற்றின் குறுக்கே

ஆழமான வெடிப்புகளும் மலைத்தொடர்களும் சென்றன. மக்கள் தொகை குறைந்த பாலை வெளிகளும் ஏராள மானோர் நெரிசலாய் வாழும் பிரதேசங்களும் காணப் பட்டன. சில பிரதேசங்களில் கட்டை குட்டையானவர்கள் வசித்தனர்; வேறு சில பகுதிகளில் நெடுநெட்டையானவர்கள் வசித்தனர். ஏறத்தாழ 1,400 கோடி நரம்பணுக்கள் வாழும் விந்தைமிகு இவ்வுலகம் மிகச் சொற்ப அளவுக்கே ஆராய்ந் தறியப்பட்டிருக்கிறது.

சிந்தையை அள்ளும் கவிதை உருவகங்களும் கணித சூத்திரங்களும் இசையும் தர்க்க நியாயமும் அரும்பெரும் கருத்துக்களும் மனித இதயத்தின் அளப்பரும் உணர்ச்சி களும் இவ்வுலகின் அடியாழங்களிலிருந்தே உதிக்கின்றன. இந்த ஒப்பிலா உலகை மனிதன் பலநூறு ஆண்டுகளாய் ஆராய்ந்து வருகிறான். மூளையின் வரைபடப் புத்தகத்தைப் புரட்டிப் பார்த்தபோது இந்த ஆராய்ச்சியின் நீண்டநெடிய வரலாற்றிலிருந்து பல சம்பவங்கள் என் மனக்கண் முன்னே தோன்றின.

இப்படப் புத்தகத்தின் மிகப் பழமையான படங்கள் பைசாந்திய காலத்துக்கும் அரபுக் காலத்துக்கும் மத்தியக் காலங்களுக்கும் உரியவை. வளைகோடுகள் மூளையை மூன்று பாகங்களாகப் பிரித்துவிடுகின்றன. பண்டைக் கிரேக்க நீதி மன்ற ஆலயங்களில் மூன்று மண்டபங்கள் இருந்தன. முதல் மண்டபம் நீதி விசாரணைக்காகவும், இரண்டாவது தீர்ப்பு கூறுவதற்காகவும், மூன்றாவது தீர்ப்பை நிறைவேற்றுவதற் காகவும் அமைந்தது. பண்டைக் கால அறிஞர்கள் மூளையை யும் இதே போல முப்பெரும் பிரிவுகளாய்க் கருதினர். முதற் பிரிவு கற்பனையின் உறைவிடம். உணர்ச்சிகளின் கருவூலம் இதுவே. இரண்டாம் பிரிவு அறிவின் அகம். எண்ணங்களும்

கருத்துக்களும் உதிப்பது இங்கிருந்துதான். புறத்தே அமைந்த மூன்றும் பிரிவு நினைவாற்றலின் இருப்பிடம்; உடல் இயக்கங்களை ஒழுங்கியக்குவது இப்பிரிவுதான்.

மிகவும் புராதனக் காலத்திய கருத்தே என்றாலும் இது மத்திய நரம்பு மண்டலம் ஆற்றும் பணிகளுக்கு விஞ்ஞான விளக்கம் அளிப்பதற்கான ஆரம்ப முயற்சியாய் அமைந்தது. இருதயம்தான் நமது உள்ளத்து உணர்ச்சிகளுக்கும் ஆன்மியத்துக்குமான மூல ஸ்தானம் என்னும் கருத்தை விட்டு ஒருபடி முன்னேறி வந்துவிட்டதைக் குறித்தது இது. மூன்று திமிங்கிலங்கள் பூமியைச் சுமந்து நிற்பதாய்க் கூறிய கருத்து விட்டொழிக்கப்பட்டது எவ்வளவு புரட்சிகரமானதோ, அதே அளவு இதுவும் புரட்சிகரமானது. முதன்முதல் பூமியை ஆராய்ந்தறியப் புறப்பட்டோர் தொலைப் பிரதேசங்கள் குறித்து கொண்டிருந்த கருத்துக்கள் சிறுபிள்ளைத்தனமாகவே இருந்தன என்றாலும், ஆப்ப வடிவமுள்ள பூமியைச் சுமந்து நிற்கும் திமிங்கிலங்கள் அல்லது யானைகளைப் பற்றிய விளக்கங்களைக் காட்டிலும் அவை நெடுந் தொலைவு முன்னேறி உண்மைக்கு அருகாமையில் வந்தன என்பதை மறுக்க முடியாது.

கண்டங்களைக் கடக்கவும் உலகைச் சுற்றிவரவும் தயார் செய்த மாலுமிகளையும் பயணிகளையும்போல, அன்றைய விஞ்ஞானிகள் விளங்காத புதிர்களாய் இருந்த மூளையின் பரப்புகளின் ஆராய்ச்சிகளுக்கு அடிகோலினர். தமக்குப் பிற்பாடு மிகப் பல ஆண்டுகளுக்குத் துணிச்சல் மிக்க அரும்பெரும் ஆராய்ச்சிகள் நடைபெறப் பாதையைச் செப்பனிட்டனர்.

ஆறுகளையும் மலைகளையும் கண்டுபிடிப்போரின் பெயர்கள் பூகோளப் படத்தில் நிலைத்துவிடுகின்றனவல்லவா? அதே போல மூளையின் படத்திலும் முதன்முதலான கண்டுபிடிப்

பாளர்களின் பெயர்கள் பலவும் குறிக்கப்பெற்றுள்ளன. ரொலாண்டு பிளவு, பெட்ஸ் உயிரணுக்கள், லிஸ்ஸாவுவர் மண்டலம், தர்ஷ்கேவிச் கருக்கள், பேஹ்றெரெவின் பெய ரிலுள்ள பல நரம்பு அமைப்புக்கள், சில்வியன் வாய்கால், வாரோலிப் பாலம், இவ்வாறு இன்னும் எத்தனையோ எடுத்துக் காட்டுகளைக் கூறிச் செல்லலாம்.

மூளையின் பிளவுகள், மேடுகள், மடிப்புக்கள் போன்ற பல அமைப்புகளின் செயற்பாடு பற்றி, ஆரம்பக் கால ஆராய்ச்சி யாளர்களுக்கு அதிகம் தெரியவில்லை. மனிதனின் திறமையும் பண்புகளும் சாம்பல் நிற மூளையின் மடிப்புக்களுடைய ஆழத்தையும், வளைவையும் பொறுத்ததாய் இருக்குமோ என்பது அவர்கள் எழுப்பிய முதலாவது கேள்விகளில் ஒன்று. இறந்துபோன விஞ்ஞானிகளின் மூளைகளை முதன்முதல் ஆராய்ந்தவர்களில் ஒருவர் ஜெர்மானியரான வாக்னர் என்பார். சாதாரண மனிதர்களைக் காட்டிலும் விஞ்ஞானிகள் நிச்சயமாய்த் திறமையிலும் அறிவிலும் மேலானவர்களாகவே இருக்க வேண்டுமென்றும் இது அவர்களுடைய மூளையில் தென்பட்டாக வேண்டுமென்றும் அவர் நினைத்தார். அவருக்கு ஏமாற்றமே ஏற்பட்டது; புகழ்பெற்ற சிந்தனையாளர் களின் மூளையின் உருவில் தனிச் சிறப்பானது எதையும் அவர் காணவில்லை.

ஒருவேளை மூளையின் எடைக்கும் ஆளின் வல்லமைக்கும் தொடர்பிருக்குமா? வாக்னர் ஓர் அட்டவணையைத் தொகுத் தார். குவியேயின் [Cuvier] பெயர் அதில் முதலிடம் பெற் றது. பிறகு ஒரு சில இடங்கள் தள்ளி பைரன் [Byron] பெயர் வந்தது. ஆனால் பெயர் தெரியாத பைத்தியக்கார னின் மூளையும் மாபெரும் கவிஞனின் மூளையைப் போல அதே எடையைப் பெற்றுள்ளதே, என்ன செய்வது?

மனிதனின் ஆற்றல்களுக்கும் அவனுடைய மூளையின் பருமனுக்கும் தொடர்பு காண பல முயற்சிகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன. வெவ்வேறு மனிதர்களின் மூளைகளையும் ஆராய்வதற்காகப் பாரிஸ் நகரில் அறிஞர்கள் சிலர் ஒரு கழகத்தை நிறுவினர். இறந்தபின் தமது மூளையை ஏனைய உறுப்பினர்கள் எடுத்து ஆராயலாமென்று இவர்கள் உயில் எழுதி வைத்தனர். இந்த உயிலில் கண்டபடியே யாவும் செய்யப்பட்டன, ஆனால் பலன் ஒன்றும் கிடைக்கவில்லை. ஆளின் வல்லமைக்கும் மூளையின் பருமனுக்கும் தொடர்பு உண்டு என்னும் கருத்தை மறுக்கும் ஓர் அட்டவணையே கிடைத்தது. இதில் இவான் துர்கேனெவின் பெயர் முதலிலும், அனடோல் பிரான்சின் பெயர் இறுதியிலும் அமைந்தன. ருஷ்ய எழுத்தாளரின் மூளையினது எடையில் அனடோல் பிரான்சினது மூளையின் எடை பாதியளவே இருந்தது! மூளையின் பருமனையும் அதிலுள்ள மடிப்புக்களையும் வல்லமையின் அளவுகோலாய்க் கொள்ள முடியாது என்பது தெளிவாகியது.

மாஸ்கோவில் மூளைக் கழகம் என்பதாய் ஓர் ஆராய்ச்சி நிலையம் இருக்கிறது. மனித மூளை, பிராணிகளின் மூளை இவற்றின் அமைப்பியலை [anatomy] தீர்க்கமாய் ஆராய்வதே இதன் பணி. பல நாட்கள் நான் இங்கு சென்று அதன் ஆய்வகங்களைச் சுற்றிப் பார்த்தேன்; அதன் ஆராய்ச்சியாளர்களைச் சந்தித்துப் பேசினேன்.

முதலாவது ஆய்வகத்தில் மூளை அமைப்பியல் முறையில் பகுத்தாராயப்படுகிறது. குழந்தை தனது விளையாட்டுக் கார் எப்படி ஓடுகிறதென்பதை அறிய அதை அக்கு வேறு ஆணி வேருய்ப் பிரித்தெடுக்குமே அதே போல இங்கு மூளையையும் பிரித்தெடுத்துவிடுகிருர்கள். மெல்லிய வெளி உறை தான் மூளைப் புறணி எனப்படுவது. அதனடியில் இருக்கும்

சற்று தடிப்பான வழவழப்பான அடுக்கிற்கு புறணியடிப் பகுதி என்று பெயர். அதற்கும் அடியிலுள்ளது நடு மூளை எனப்படுவது. இது படிப்படியாய்த் தண்டுவடத்துடன் இணைந்துவிடுகிறது. பகுதி பகுதியாய் இவ்வுயிரமைப்பு பூராவும் கண்ணுக்குத் தெரியும்படி பிரித்தெடுக்கப்படுகிறது. மூளையை உடலின் எல்லாப் பகுதிகளுடனும் இணைக்கும் பள பளப்பான வெள்ளைக் ''கம்பிகளான'' நரம்புகளும் முடிவில் வெளியே தெரிகின்றன. பின்னிப் பிணைந்திருக்கும் இக்கம்பிச் சிக்கல் வானொலிப் பெட்டியிலுள்ள கம்பித் தொகுப்பை ஒத்துள்ளது. இந்தப் பகுதிகள் யாவும் படமெடுக்கப் படுகின்றன; அவற்றின் உருவமைப்பு விவரமாய்க் குறித்துக் கொள்ளப்படுவதுடன், அமைப்பியல் விளக்கப் படங்களிலும் மூளையின் வரைபடங்களிலும் பதிவு செய்யப்படுகின்றன.

அடுத்த ஆய்வகத்தில் தனிவகைக் கத்தியினால் மூளை வெட்டப்பட்டு 20,000-25,000 மிகவும் மெல்லிய ஓரளவு ஒளி புகும் துண்டுகளாக்கப்பட்டு, சாயம் தோய்க்கப்பட்டு, கண்ணாடி வில்லைகளில் பொறுத்தப்படுகின்றன. சாயம் தோய்த்ததும் நரம்பணுக்களும் திசுக்களும் வெவ்வேறு விதத்தில் பாதிக்கப்படுகின்றன. இவற்றின் இந்த இயல்பைப் பயன் படுத்தி, இவற்றின் நுண்ணுருவைத் தெளிவாகப் புலப்படச் செய்வதற்கான ஒரு மார்க்கமே சாயந்தோய்த்தல். சாயந் தோய்க்கப் பெற்ற துணுக்குகள் நுண்ணோக்கியில் தீர்க்க மாய்ப் பரிசீலிக்கப்படுகின்றன. இந்தப் பரிசீலனை மூளையின் உள்ளமைப்பைப் புலப்படுத்துகிறது. மூளையின் கட்டமைப்பைக் காட்டும் நுண்நோக்கிப் புகைப்படங்களும் வரைபடங்களும் ஆயிரக்கணக்கில் அடங்கிய அரியதொரு படத்தொகுப்பை எனக்குக் காட்டினர். ஒவ்வொரு வில்லையையும் ஆராயவும், பல்வேறு உயிரணுக்களிடையிலுமுள்ள ஒற்றுமை வேற்

றுமைகளைக் காணவும், அவற்றின் விநியோகத்தை நிர்ணயிக்கும் விதிகளைப் புரிந்து கொள்ளவும், மூளையின் நரம்பணுக் கட்டமைப்பைக் காட்டும் புதிய விவரப்படங்களைத் தயாரிப்பதற்காக இந்தக் கண்ணுடி வில்லைகளை எல்லாம் எண்ணிக் கணக்கிடவுங்கூட அளவற்ற பொறுமை வேண்டியிருக்கும்.

பழக்கப்படாதவருக்குப் பல்வேறு விவரப்படங்களுக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளைக் காண்பது எளிதல்ல; நல்ல ஆரஞ்சு நிறப் பின்னணியில் தெரியும் எண்ணற்ற கரைகளும் மச்சப் புள்ளிகளும் சுருள்களும் ஒரே மாதிரியாகத்தான் தோன்றுகின்றன. ஆனால் நிபுணர் ஒருமுறை பார்த்த மாத்திரத்திலேயே இந்தப் பகுதி பின்மண்டை மடலைச் சேர்ந்தது, அது முன்புற மடலைச் சேர்ந்தது என்று கூறிவிடுகிறார்.

''பக்கவாட்டு மடலிலுள்ள உயிரணுக்கள் சிறிதாகவும் நெரிசலாய் அடைக்கப்பட்டும் இருப்பதைப் பாருங்கள்; அவை முளைக்கும் விதைகளைப் போன்றிருக்கின்றன'' என்று, அருவக்கலை ஓவியத்தைப் போலிருந்த பல படங்களைச் சுட்டிக்காட்டி ஆராய்ச்சியாளர் என்னிடம் கூறினார். ''இந்தப் பகுதி வேறுவிதமாய் இருக்கிறது; உயிரணுக்கள் பெரிதாகவும் விரவிப்பரந்தும் இருக்கின்றன. மூளையின் இயக்கு மண்டலம். நரம்பணுக்களை ஆராயும் அடுத்த ஆய்வகத்தில் இவற்றை நீங்கள் இன்னும் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்வீர்கள்.''

அடுத்த ஆய்வகத்தில் நரம்பணுக்களின் படங்கள் ஆங்காங்கே குவிந்து கிடந்தன; சுவர்களில் தொங்கின; மேஜைகளில் விரித்துக் கிடந்தன; ஜன்னல் மேடைகளிலும் நாற்காலிகள் மீதும் தாறுமாருய்ச் சிதறிக் கிடந்தன. புகைப்படக் கூடத்தினுள் நுழைந்துவிட்டோமோ என்று நினைக்கும்படி அங்கு எண்ணற்ற பெருக்குருப் படங்கள் இருந்தன.

நுண்ணோக்கியில் பார்க்கும்போது பூத்த நட்சத்திரமாகத் தோன்றிய ஒவ்வொரு சிறிய நரம்பணுவும் கதிர்வீசும் சூரியனாக உருப்பெருக்கப்பட்டிருந்தது. நரம்பணுவை மரம் போன்றதாய்க் கூறுவது வழக்கம். இது எனக்கு அவ்வளவு பொருத்தமாய்ப் தோன்றவில்லை. நரம்பணுவிலிருந்து வெளி வரும் நுண்ணிய நரம்பிழை அடிமரத்தைப் போன்றதா யில்லை. பொசபொசப்பான குட்டைக் கிளைகளுடன் அலங் கோல உருவமுடைய நரம்பணு கா்ட்டுப் புதரைப் போலுள்ளது.

மூளைக் கழகத்தில் நரம்பணு உருவப்படங்கள் மிகப் பலவும் இருக்கின்றன. முக்கோணக் கூம்பு வடிவிலுள்ள உயி ரணுக்களின் படங்கள் இதோ இருக்கின்றன. இவற்றின் தனி வகை வடிவமும் பருமனும் கண்ணைக் கவருகின்றன. முதன் முதல் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட உயிரணுக்களில் ஒன்று இது. நூறாண்டுகளுக்கு முன்பே இது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உடல் இயக்கத்துக்கான மூளை மண்டலங்களில் இவை மிகுதியா யுள்ளன. விண்மீன்கள் போலுள்ள நரம்பணுக்கள் இதோ உள்ளன. பெரிய கூம்பு உயிரணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட காலி இடங்களை இவை நிரப்பிவிடுகின்றன. இவற்றின் மெல்லிய இழைகள் இக்கூம்பு உயிரணுக்களைத் தொட்டும் தொடாமலும் உள்ளன.

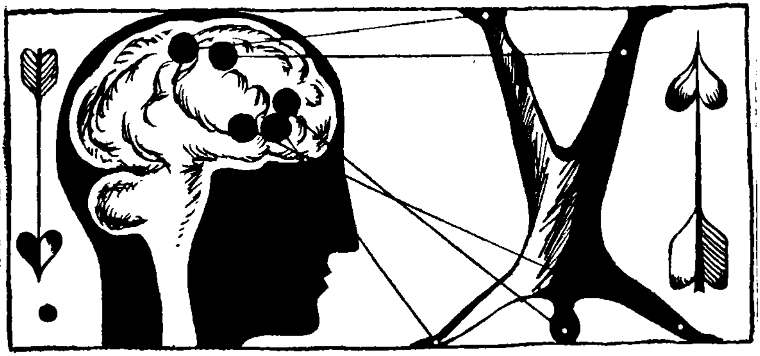
நரம்பணுக்களின் பெருக்குருப் புகைப்படங்களை என் னிடம் காட்டினார்கள். நரம்பணுக்கள் மூளையில் அமைந்திருக் கும் அதே முறையில் இந்தப் புகைப்படங்களில் இருக்கக் கண்டேன். நரம்பணுக் கூட்டுகளைப் படம் பிடிப்பது மிகக் கடினம். நுண்ணோக்கியுடன் ஒரு தனிவகை உருவப்பெருக்கிப் பொறியை இணைத்து, அதன் துணை கொண்டு ஒவ்வொரு நரம்பணுவையும் முதலில் வரைந்து கொள்ள வேண்டும்.

ஒரு நரம்பணுவை வரைய ஒரு நாள் ஆகும். தனித் தனிப் படங்கள் தயாரானதும் அவற்றை இணைத்துப் பொருத்தி யாக வேண்டும். மூளையின் புதுப் புது விவர விளக்கப் படங்கள் இவ்வாறு வரையப்படுகின்றன. சக்திமிக்கத் தொலை நோக்கி சந்திர மண்டலக் குழிகளை அண்மை காட்சியாகக் காட்டுவது போல இப்படங்கள் வழக்கமாய்க் கண்ணுக்குத் தெரியாத மூளையின் பரப்புகளைப் புலப்படச் செய்கின்றன.

மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளும் ஆற்றும் பணிகளை அவற்றுக்குரிய நரம்பணுக் கட்டமைப்புதான் நிர்ணயிக்கிறது என்பதை இன்று பொதுவாக எல்லோரும் ஏற்றுக் கொள்கிறார்கள். மூளையின் குறுக்கே செல்லும் மத்திய நெடும் பிளவைச் சுற்றிலுமுள்ள பகுதிகளின் பணிகள் முதன்முதலாக நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளன. மின்விசையால் இப்பகுதி தூண்டிவிடப்பட்டதும் முகம், தலை, கை, கால், முண்டம் ஆகியவற்றின் தசைநார்கள் சுருங்குகின்றன என்று பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டிலேயே விஞ்ஞானிகள் கண்டனர்.

மூளையில் உடலின் பிரதிபிம்பம் தலைகீழாய்த் தெரிகிறது. கீழ்ப்பகுதியில் நெற்றிக்கருகே, தலை, கைகள் ஆகியவற்றின் இயக்கத்திற்குப் பொறுப்பான மையங்கள் உள்ளன. பாதங்கள், முண்டம் ஆகியவற்றை இயக்குபவை, சற்று மேலே இருக்கும் உச்சந்தலைப் பகுதியில் உள்ளன. தவிரவும் மூளையின் வலது அரைக்கோளம் உடலின் இடது பாதியின் இயக்கத்துக்கும், இடது அரைக்கோளம் வலது பாதியின் இயக்கத்துக்கும் பொறுப்பானது.

கட்புலன் நரம்புகளின் நுனிகள், பின்மண்டை மடலில் அமைந்துள்ளன. இவ்விடத்தை மூளையின் கட்புலன் மையம் என்கிறோம். செவிப்புலன் மையம் பொறி மடலில் உள்ளது. உச்சி மடலில் இயக்குப் பிரிவுக்கு அடுத்தாற்போல்



உள்ள ஒரு பகுதி எண்ணற்ற நரம்பிழைகளால் தோலின் பல பகுதிகளுடனும் இணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வெப்பநிலை, வலி, ஊறுணர்வு ஆகியவற்றுக்குப் பொறுப்பானது இப் பகுதிதான்.

நமது எல்லா புலன்களுக்கும் மத்திய நரம்பு மண்டலத்தில் தனி இடங்கள் அமைந்துள்ளன. ஆனால், நாக்கிலிருந்து வரும் சுவை நரம்பிழை, மூக்கிலிருந்து வரும் மண நரம்பிழை ஆகியவற்றின் முடிவிடங்கள் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப் பட்டாகவில்லை. இவை பொறி மடலினுள்தான் வந்து சேருகின்றன. இவற்றுக்குரிய பிரத்தியேக நரம்பணுக்கள் எவை என்பது இன்னும் நமக்குத் தெரியவில்லை.

புலனுணர்வுப் பிரிவும் சரி, இயக்குப் பிரிவும் சரி ஒருமித்ததாயில்லை. உதாரணமாய், உடலைத் திருப்புதல், அல்லது வாயை மெல்லுதல் போன்ற அசைவுகளுக்கு வேண்டியபடிச் சிக்கலான முறையில் தசைநார்கள் சுருங்குவதை ஒழுங்கியக்கும் பகுதிகள் இயக்குப் பிரிவில் இருக்கின்றன. பல்வேறு செயல்களுக்கும் பொறுப்பான பகுதிகள் (நரம்

பணுக்களின் கட்டமைப்பும் வகையமைப்பும் பகுதிக்குப் பகுதி வேறுபடுகின்றன) சௌகரியத்தை முன்னிட்டு, இலக்கமிட்டுக் குறிக்கப்படுகின்றன.

17ஆவது மண்டலம் தூண்டப்பட்டால் உடனே கண்ணுக்குப் பொறிகளோ, ஒளிக் கோளங்களோ தெரிகின்றன. இதற்கு அடுத்தாற்போலுள்ள 18, 19ஆவது மண்டலங்கள் தூண்டப்பட்டதும், வண்ண வளையங்கள், பிராணிகளின் உருவங்கள், பொருள்களின் வரையுருக்கள் போன்ற சிக்கலான காட்சி பிம்பங்களைக் காணும்போது செயல்படுகின்றன. கட்புலன் உயர்நிலை செயற்பாடுகளுக்கு இந்த இரு மண்டலங்கள்தான் பொறுப்பானவை. 17ஆவது மண்டலம், கட்புலன் தூண்டலை உணர மட்டுமே செயல்படுகிறது.

இந்த மண்டலங்கள் அனைத்தின் பணிகளும் இன்னும் பூரணமாக நிர்ணயிக்கப்பட்டாகவில்லை. இவற்றின் எண்ணிக்கையும் இன்னும் சர்ச்சைக்குரியதாகவே இருக்கிறது. இந்தப் பிரச்சினை மிக முக்கியமானதொன்றாகும்; மூளையின் செயற்பாடு பற்றிய நமது அறிவு இதையே சார்ந்திருக்கும்.

சில விஞ்ஞானிகள் மூளையை முடிந்த அளவிற்கு அதிகமான மண்டலங்களாகப் பிரிக்க முனைகின்றனர்; அவர்கள் போட்டுள்ள படத்தில் 200 மண்டலங்கள் உள்ளன; முன்புறமடலில் மட்டும் 60க்கு மேற்பட்ட மண்டலங்கள் உள்ளன. மேற்கூறப்பட்ட 18ஆவது மண்டலத்தை அவர்கள் மேலும் சிறு பகுதிகளாகப் பிரித்துள்ளனர். அவற்றுள் ஒன்று, கலைத் திறனுக்குப் பொறுப்பானதென்று கூறுகின்றனர். இவ்வளவு நுண்ணிய பகுதிகளாகப் பிரிப்பது, பிரெஞ்சுக்காரர் கேல் என்பவரால் தோற்றுவிக்கப்பட்டு, இன்று வழக்கொழிந்து விட்ட 'ஃப்ரினாலஜியை' நினைவூட்டுகிறது. அவர் இறுமாப்பு, சாமர்த்தியம், குழந்தைகள் பால் பாசம், திருட்டுப் புத்தி ஆகியவற்றிற்குரிய மூளைப் பகுதிகளை நிர்ணயிக்க முயன்றார்.

வேறுசில ஆய்வாளர்கள் இதற்கு எதிர்கோடிக்குச் சென்றுவிடுகின்றனர். அவர்கள் மூளையை இயக்குப் பிரிவு, செவிப்புலன் பிரிவு, கட்புலன் பிரிவு முதலான சில பிரிவுகளாய்ப் பிரிக்கின்றனர். இந்தப் போக்கும் நவீன விஞ்ஞானம் கண்டுள்ள சாதனைகளுக்கு உகந்ததாக இல்லை.

மாஸ்கோ மூளைக் கழகத்தில் செய்யப்படுவது போல், மூளையை 50 மண்டலங்களாகப் பிரிப்பதே சாலச் சிறந்தது. இப்படிப்பட்ட பாகுபாடு மூளையின் நரம்பணுக் கட்டமைப்புக்கு ஏற்றதாய் உள்ளது. இசை ஞானம், கணித ஈடுபாடு, கலைத்திறன், அல்லது சதுரங்க ஆட்ட ஈடுபாடு போன்றவற்றின் இரகசியம் வெவ்வேறு மண்டலங்களின் கட்டமைப்புச் சிறப்புகளில் அமைந்திருக்கும் என்பதாய்த் தெரிகிறது.

50 மண்டலங்களின் எல்லைகள் வரையறுக்கப்பட்டுள்ளன; அவற்றின் பரப்புகள் கணிக்கப்பட்டுள்ளன; அவற்றின் பரஸ்பர சம்பந்தமும் நிர்ணயிக்கப்பட்டுள்ளது; பல்வேறு பட்டோரது மூளைகளில் இம்மண்டலங்கள் எவ்வகையில் வினியோகிக்கப்பட்டுள்ளன என்பதும் ஆராயப்பட்டிருக்கிறது. ஆயினும், மிக உயர்ந்த வளர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கும் சிந்தனையின் இந்த இயற்கை ஆய்வகத்தின் மேலெழுந்தவாரியான அமைப்பு குறித்தே இந்த ஆராய்ச்சிகள் நமக்குத் தெரிவிக்கின்றன. சிந்தனை நடைபெறுவதன் சூட்சுமத்தைத் தெரிந்து கொள்வது எப்படி?

நரம்புக் கட்டமைப்பு

முடங்கிப்போன கைகால்களைத் திரும்பவும் இயங்கச் செய்துவிடலாமென மருத்துவர்கள் நம்புகின்றனர். உயிர் மின்னோட்டங்களாலான [biocurrents] தூண்டல்கள் மூலம்

மூளை நமது அங்க அசைவுகளை ஒழுங்கியக்குகிறது. மூளையிலிருந்துஇத்தூண்டல்களை வேண்டிய இடத்துக்கு—உதாரணமாய்ச் செயற்கைக் கரம் ஒன்றுக்கு—வந்துசேரச் செய்வது முடியாத காரியமல்ல. இதற்காக ஒருவர் செய்ய வேண்டியதெல்லாம், கரத்தை அசைக்கிறேமென மனத்துள் நினைத்துக் கொள்வதுதான்—உடனே மெய்யான கரத்தைப் போலவே செயற்கைக் கரம் அசையும்.

முடக்குவாதத்துக்கு ஒரு நூதன சிகிச்சை முறை கூறப்பட்டிருக்கிறது. நோயாளியின் முடங்கிய கரத்துக்கு ஆரோக்கியமான ஒருவரிடமிருந்து உயிர் மின்னோட்டங்களை வந்து சேரச் செய்ய வேண்டும். உயிர் மின்னோட்டங்களைக் கொடுத்துதவும் ''கொடையாளி'' தனது கரத்தை மடக்கும்போது, அவர் அதனுடன் கூடவே நோயாளியின் கரத்தையும் மடங்க வைக்கிறார். வாதத்தால் முடங்கிய தசைநார்கள் தொடக்கத்தில் சிரமப்பட்டுதான் செயல்படுகின்றன. ஆனால் சிறிது சிறிதாக அவை சீரடைந்து சுயேச்சையாகவே செயல்படமுற்படுகின்றன.

மூளையால் வெளியிடப்படும் உயிர் மின்னோட்டங்களால் ஒழுங்கியக்கப்படும் செயற்கைக் கைகால்களை சோவியத் விஞ்ஞானிகள் அமைத்திருக்கிறார்கள். விஞ்ஞானக் கட்டுரைகளில் இவை விவரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. தசைநார் உயிர் மின்னோட்டம் அளித்திடும் ''கொடையாளியின்'' துணை கொண்டு முடக்குவாதத்துக்கு சிகிச்சை அளிக்கும் இயக்கு ஊக்கி அண்மைக் காலத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதாகும். முடக்குவாதம் கண்டவர்கள் எல்லோரையுமே இம்முறையில் குணப்படுத்திவிடலாம் என்பதல்ல இதன் அர்த்தம். ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமத்திலுள்ள குறைபாட்டைச் சரிசெய்வது சாத்தியமாயுள்ள ஆரம்ப நிலையிலேயே நோய் கண்டறியப்

படுகையில்தான் இம்முறையைக் கையாண்டு, கைகால் தசை நார்களை இயக்கும் ஆற்றலை மூளையின் இயக்கு மையம் திரும்பவும் பெறும்படிச் செய்ய முடியும்.

உடலின் இந்த இயக்குச் செயற்பாடு நமக்கு அளவிலா முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது. மனிதன் நடமாடவும், சுற்றுச் சார்பின்மீது செயல்படவும், அச்சுற்றுச்சார்பை மாற்றவும் திருத்தவும் அவனிடமுள்ள சாதனம் இந்த இயக்குச் செயற்பாடுதான். ஆகவே நமது இயக்குச் செயற்பாட்டின் சூட்சுமங்கள் பற்றிய அறிவு மிகமிக முக்கியமானதாகும். எப்படி நாம் கையை மடக்குகிறோம், எப்படி நடக்கிறோம், ஓடுகிறோம், நீந்துகிறோம், எந்த ஒரு வேலையையும் செய்கிறோம்? நமது தசைநார்களில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் என்ன? இந்தத் தசைநார்கள் எப்படி, எங்கிருந்து ''உத்தரவுகள்'' பெறுகின்றன? சோவியத் மருத்துவ விஞ்ஞானப் பேரவையின் கூட்டு உறுப்பினரான பேராசிரியர் நிக்கலாய் பெர்ன்ஷ்டைன் இப்படிப்பட்ட பல கேள்விகளுக்கு விடை யளித்திருக்கிறார். உடல் அசைவுகளின் இயக்கியலை [mechanics] ஆய்ந்தறிவதில் அவர் தம் வாழ்நாளையே கழித்து வருகிறவர். இது குறித்து அவர் முதன்முதல் எழுதிய ஆய்வுரை 1920-30ஆம் ஆண்டுகளிலேயே வெளிவந்தது. அது முதலாய்ப் பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் உயிர் இயக்கியல் [biomechanics] குறித்து இடையறாது ஆராய்ந்து வருகிறார்.

''எவ்வளவு காலமாய் நீங்கள் சைபர்னெத்தியத்தில் கருத்து செலுத்தி வருகிறீர்கள்?'' என்று அவரைக் கேட்டேன்.

''ஏன், என் வாழ்நாள் முழுதுமேதான்'' என்று, நான் சிறிதும் எதிர்பாராத விதமாய் அவர் பதிலளித்தார்.

''நவீன சைபர்னெத்தியத்தின் அடிப்படைக் கூருய் விளங்கும் 'விளேவறிவிப்பு' பற்றிய ஆராய்ச்சி 1920-40ஆம் ஆண்டுகளிலேயே தொடங்கிவிட்டது.

''தவறுதலாய் உங்கள் விரலில் ஊசியால் குத்துக் கொள்கிறீர்கள் என்று வைத்துக் கொள்வோம். உடனே நீங்கள் வலியை உணர்கிறீர்கள். இது எப்படியென்ருல், ஊசி குத்தியதும் அங்குள்ள தசைநாரில், அல்லது இன்னும் துல்லியமாய்க் கூறிஞல் நரம்பு முனேயில் தினவு ஏற்படுகிறது; நரம்பு உடனே இந்தத் தூண்டலே மூளேக்குத் தெரிவிக்கிறது. ஒன்று விடாமல் எல்லாத் தசைநார்களுடனும் மூளேயானது நரம்புப் பாதைகளால் இணேக்கப்பட்டிருப்பது தெரிந்ததே.

''ஊசி குத்தியதென்ற குறியறிவிப்பு உட்செல் நரம்பு [afferent nerve] பாதை வழியே மூளேக்குப் போய்ச் சேருகிறது. உடனே மூளே தசைநாரைச் செயல்படுமாறு வெளிச்செல் [efferent] நரம்புப் பாதை வழியே உத்தரவு அனுப்புகிறது. இரண்டும் ஏறத்தாழ அதேபோதில் ஒருங்கே நடைபெறுகின்றன; ஊசி குத்திய அதே நொடியில் நீங்கள் வெடுக்கெனக் கையை இழுத்துக் கொள்கிறீர்கள். துவக்கத் தூண்டலின் விளேவான இந்த இயக்குச் செயற்பாடானது, இத்தூண்டல் மூளேயிலிருந்து மறித்தடிக்கப்படுவதால் நேர்வது போல அமைவதால், இதற்கு மறிவினே [reflex] என்று பெயர்.

''மறிவினேகள் எனப்படுபவை பண்டைக் கால உடலியலாளர்கள் அறிந்தவையே. பிற்காலத்தில் டெக்கார்ட் [Descartes] இவற்றை அனேகமாய்ப் பிழையின்றி விவரித்தார். ஆஞல் தெக்கார்ட்டும் அவருக்குப் பிற்பாடு வந்த ஆராய்ச்சியாளர்களும் மறிவினேகளே இடைமுறிவுள்ள நரம்புச் சுற்றுகளாகவே கொண்டனர். ஆஞல் நான் இயக்கச் சமன்பாடு ஒன்றை வகுத்திட முனேந்தபோது இதில் எங்கோ ஒரு குறை

இருக்க வேண்டுமென்பதைக் கண்டேன். மூளைக்கு அதன் உத்தரவுகள் எவ்வளவு தூரம் நிறைவேற்றப்படுகின்றன என்பதும், அடுத்தடுத்து மேற்கொள்ளப்படும் ஒவ்வொரு செயலின் விளைவாய்ச் செய்து முடிக்கப்பட்டிருப்பது என்ன என்பதும் தெரிய வேண்டியது அவசியம். இது தெரியாவில்லையாஞல், மூளை செயலைத் தொடர்ந்து நடத்திச்செல்ல முடியாது. ஏனெனில் முந்தியச் செயல் பூர்த்தியாகிவிட்டதா இல்லையா என்பதை மூளை தெரிந்து கொள்ள முடியாமற் போய்விடும்.

''இதையே வேறு விதமாய்க் கூறிஞல், மறிவினை என்பது கட்டாயமாய் முழுதும் மூடப்பெற்ற சுற்ருகவே இருக்க வேண்டும்; இது எல்லா ஒழுங்கியக்கச் செயற்பாடுகளுக்கு முரிய சிறப்பியல்பு. உடல் அசைவுகளின் ஒழுங்கியக்கத்தில் விளைவறிவிப்பு பற்றிய இந்த 'சைபர்னெத்தியக்' கோட்பாட்டை முதலில் 1934ல் நான் எடுத்துரைத்தேன். அப்பொழுது 'சைபர்னெத்தியம்' என்னும் சொல் எங்களுக்குத் தெரியாது; உயிரமைப்புகளில் செயல்படும் ஒழுங்கியக்கம் என்பதாகவே நாங்கள் பேசி வந்தோம்.''

நம்முள் செயல்படும் சைபர்னெத்தியத்தைப் பற்றிய இக்கருத்து, இவ்வாறு சைபர்னெத்தியத்தைவிடவும்கூட பழமையானது என்பதாகத் தெரிகிறது! மனித உடல் அசைவுகளின் ஒழுங்கியக்கமானது, மூடப்பெற்ற சுற்றினது விளைவறிவிப்பின் அடிப்படையில் அமைந்தது என்பதை முதன் முதல் எடுத்துரைத்த ஆராய்ச்சியாளர்களில் ஒருவராய் பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் விளங்கியது தற்செயலானதல்ல. பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் சாதாரணமான உடலியலாளரோ, சாதாரணமான மருத்துவரோ அல்ல; கணிதத்தில் தனி ஆர்வங் கொண்ட உயிரியலாளர் அவர். உடல் இயக்கச்

சமன்பாட்டை வகுக்க அவர் ஆற்றிய பணி இதற்குச் சான்று பகர்கிறது.

''அக்காலத்திலேயே நீங்கள் கணிதத்தில் தேர்ச்சி பெற்றிருந்தீர்களா?'' என்று அவரைக் கேட்டேன்.

''கணிதம் தெரிந்திருந்ததால்தான் நான் மேற்கூறிய முடிவுகளை வந்தடைய முடிந்தது. நன்கறிந்த நிகழ்வுகளைப் புதிய பார்வை கொண்டு காண்பதற்கு எனக்கு அது துணை புரிந்தது. எதனையும் அமைப்பியல் நோக்கில் கண்ணுறும் குறுகிய திருஷ்டியிலிருந்து விடுபடக் கணிதக் கண்ணோட்டம் தான் எனக்கு வழி வகுத்துக் கொடுத்தது. கணித விதிகளால் ஆளப்படும் ஒழுங்கியக்க நிகழ்ச்சிப்போக்குகளே எங்களை எதிர்நோக்கின என்பது புலனாகியதும், இங்கு தக்கதொரு ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமம் நிச்சயம் இருக்க வேண்டுமென்பதை நாங்கள் தெரிந்து கொண்டோம். ஆகவே அதனைத் தேட முற்பட்டுக் கண்டுபிடித்தோம்.''

வாழ்வெல்லாம் பாடுபட்டுத் தாம் ஆற்றிய பணிகள் குறித்து ஒருசில வார்த்தைகளில் சொல்லும்படி யாரையும் கேட்பது நியாயமல்ல. ஆகவே இதற்கு அடுத்தபடியாகச் சிறந்ததான ஒரு வழியை மேற்கொண்டேன்; அதாவது பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைனின் பாட விரிவுரைகளைக் கேட்கச் சென்றேன். என்னுடைய பழைய பல்கலைக்கழகத்தினுள் விரைந்த எனக்குத் திரும்பவும் மாணவியாகிவிட்டேன் என்ற நினைப்பு மேலோங்கியது. முன்பு நான் படித்த பத்திரிகையாளர் துறையைக் கடந்து சென்று, உளவியல் துறையின் மேல்வகுப்பு மாணவர்கள் இயக்கத்தின் உடலியல் பற்றிய விரிவுரைகள் கேட்பதற்காகக் கூடும் கட்டிடத்தினுள் சென்றேன்.

எளிய சோதனை ஒன்றில் பங்குகொள்ளத் தொண்டர்கள்

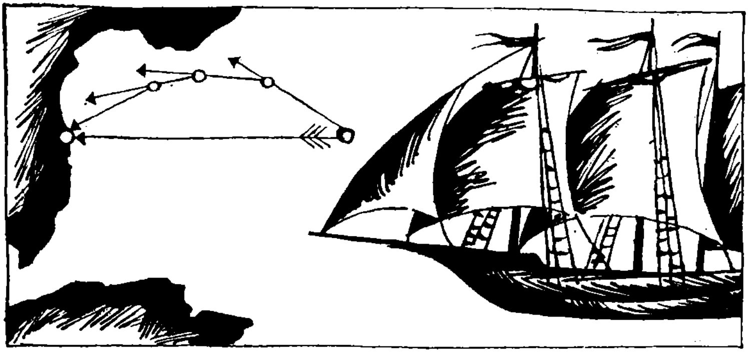
சிலர் முன்வர வேண்டுமென அழைத்து, பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் தமது விரிவுரையைத் தொடங்கினர். நமது கைகளின் இயக்கத்தை ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமங்களின் அடிப்படைக் கோட்பாடுகளை விளக்கும் ஒரு எளிய சோதனை செய்து காட்டப் போவதாய்க் கூறினர்.

''இந்தக் கோலை எடுத்து அதன் உச்சி முனையை உங்கள் பெல்ட்டின் பக்கிளில் பொருத்திக் கொள்ளுங்கள்'' என்ருர். ''கோலின் மறு முனையில் இந்த நான்கு, ஐந்து ராத்தல் எடையையும், இந்த இரு ரப்பர்க் குழாய்களையும் கட்டிக் கொள்ளுங்கள். இனி கைக்கொரு குழாயை இழுத்துப் பிடித்துக் கொண்டு, கரும்பலகையிடம் சென்று, அதில் வரையப்பட்டிருக்கும் சதுரத்தின் வரையுரு மீது கோலின் நுனியால் வரைந்து காட்டுங்கள் பார்ப்போம்.''

இந்த எளிய சூட்சுமத்தைக் கொண்டு வரைய அம்மாணவர் தட்டுத் தடுமாறித் திண்டாடியதைப் பார்த்து வகுப்பில் எல்லோரும் வாய்விட்டுச் சிரித்தனர்.

''அவ்வளவு சுலபமான காரியமல்ல'' என்று சொல்லிப் பேராசிரியர் சிரித்துக் கொண்டார். ''ஆயினும் மனித உடலிலுள்ள மிக எளிய இயக்கு சூட்சுமங்களில் ஒன்றின் மாதிரியமைப்பே இது. இந்தக் கோல் கை எலும்பாய் இருக்கிறது; அதாவது இரு படி அசைவுச் சுதந்திரமே பெற்ற எலும்பு மூட்டாகிவிடுகிறது. ரப்பர்க் குழாய்கள் எதிரும்புதிருமாய்ச் செயல்படும் மடக்குத் தசைநார் [flexor] நீட்டுத் தசைநார் [extensor] ஆகிய இரு தசைநார்களாய் இருக்கின்றன. இவை இரண்டும் சேர்ந்துதான் கையை குறிப்பிட்ட திசைகளில் அசைக்கின்றன.

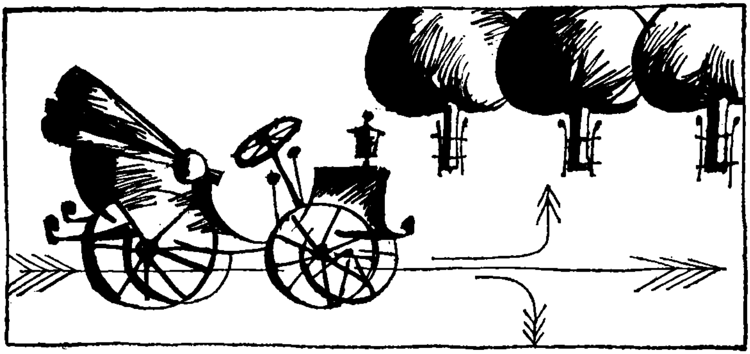
''இரு 'தசைநார்களைக்' கொண்ட இந்த 'ஒற்றை எலும்புக் கரத்தை' ஆட்டியசைத்து வேலை செய்வது எவ்வளவு



கடினமென்பதை இப்பொழுது கண்டீர்கள். ஆனல் நமது உடலில் 639 தசைநார்களும் 206 எலும்புகளும் இருக்கின்றன. உடலின் சாத்தியமான அசைவுச் சுதந்திரப் படிகளின் எண்ணிக்கையைக் குறிக்க மூன்று இலக்க எண் வேண்டியிருக்கும். மிகவும் சிக்கலான நவீனத் தானியங்கி இயந்திரங்களுக்குங்கூட நான்கு படிச் சுதந்திரத்துக்குமேல் இல்லை.''

மெய்யான கரம் ஏழு படிச் சுதந்திரமுடையது. விரும்பிய எந்த வழியிலும் இயங்க ஆறு படிச் சுதந்திரம் போதும். உடலுடன் எவ்வகை இணைப்பும் இல்லாதது போல எப்படி வேண்டுமானலும் இயங்குவதற்குத் தேவையானதைவிட ஒரு படி கூடுதலாகவே நமது கரம் சுதந்திரம் பெற்றுள்ளது என்பதே இதன் பொருள்!

இயக்கத்திற்குரிய சுதந்திரத்தின் படிகளுடைய எண்ணிக்கை அவ்வளவு முக்கியமல்ல என்று நீங்கள் நினைக்கலாம். அப்படியானல் பின்வரும் இரு உதாரணங்களைக் கவனியுங்கள்.



கடலில் செல்லும் கப்பல் முன்னும் பக்கவாட்டிலுமாய்ச் செல்வதற்குரிய இரு படிச் சுதந்திரமுடையது. நடைமுறையில் கப்பலை ஓட்டிச் செல்ல முன்புறம் செல்வதற்கான ஒரு படிச் சுதந்திரமே போதும். கப்பல் அதன் பாதையிலிருந்து பிறழுமாயின், மறுபடியும் அது பழைய பாதைக்கே திரும்பி வரத் தேவையில்லை; அதற்கு இணையான ஒரு பாதையில் அது தொடர்ந்து போய்க் கொண்டிருக்கலாம்.

கார் ஓட்டுவது இதைக் காட்டிலும் பன்மடங்கு சிக்கலானது. நெடுஞ்சாலையின் வழியில் சென்றாக வேண்டும்; சாலையில் செல்லும் பிற கார்களையும் சாலைப் பக்கத்தையும் திருப்பங்களையும் கவனித்து ஓட்டியாக வேண்டும். தானியங்கி முறையில் காரை ஓட்டுவதில் கடினமான பல பிரச்சினைகள் எழுகின்றன. கப்பல்களிலும் ஆகாய விமானங்களிலும் தானியங்கிச் சுக்கான் திருப்பிகளும் ஓட்டிகளும் பழக்கத்துக்கு வந்து பல காலமாகியுங்கூட, தானியங்கிக் கார் ஓட்டியை நிறுவ இதுவரை முயற்சி செய்யப்படவில்லை. ஆயினும் இங்கு மேலும் கூடுதலாய் இருப்பது ஒரேவொரு படிச் சுதந்

திரம்தான். ஆகவே பல நூறு படிக்குரிய சுதந்திரம் கொண்ட மூளையின் பணி எத்தனை மடங்கு கடினமாயிருக்கும்!

முழு நிறை சுதந்திரமுடைய நமது கைகால்களுக்குரிய எல்லா அசைவுகளையும் ஒருங்கிணைப்பது சுலபமல்ல. நடைமுறையில், ஒருங்கிணைந்த இயக்கம் என்பது அதிகப்படியான படிகளுக்குரிய சுதந்திரத்தை ஒடுக்குவதையே குறிப்பதாகும். இவ்வாறு ஒடுக்குவதன் விளைவாய்க் கைகால்கள் ஒழுங்கியக்கப்படக்கூடிய சூட்சுமங்களாய் மாற்றப்படுகின்றன. இந்த ஒழுங்கியக்கம் நடைபெறுவது எப்படி?

ஏறத்தாழ முந்நூறு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு பிரெஞ்சு நாட்டைச் சேர்ந்த கலேன் [Galien], எளியதோர் சோதனை நடத்தினார். இப்பொழுது அது ஒப்புயர்வற்றதாய்க் கருதப்படுகிறது. தலை துண்டிக்கப்பட்ட தவளை ஒன்றின் காலை அவர் குத்தினார்; உடனே வெடுக்கென அது காலை இழுத்துக் கொண்டது. தவளை காலை இழுத்துக் கொண்ட செயலுக்கும் மூளைக்கும் சம்பந்தமில்லை என்பதே இதிலிருந்து தெரிய வரும் முடிவு. இதுவேதான் உண்மையுங்கூட. ஆகவே இந்த அனிச்சா மறிவினைகள்—இவற்றுக்கு நெறியாக்கமுறா மறிவினைகள் [unconditioned reflexes] என்று பெயர்—தாமாகவே நடைபெறுவதாய்க் கூறுகிறோம். ஆயினும் இவ்வினையைக் கட்டுப்பாடு செய்யும் மையம் ஒன்று இருந்தாக வேண்டும். இந்த மையம் முதுகின் தண்டுவடத்தில் இருக்கிறதென்று நிர்ணயிக்கப்பட்டது. தவளையின் மூளையை அப்படியே வைத்துக்கொண்டு தண்டுவடத்தை மட்டும் முடக்கிவிட்டால், எவ்வளவு கடுமையாய்க் குத்திய போதிலும் தவளை அதன் காலை இழுத்துக் கொள்வதில்லை. இது போன்ற எளிய அசைவுகளை இயக்கும் நரம்புச் சுற்றுகள் விவரமாய் ஆய்ந்தறியப் பட்டிருக்கின்றன.

தசைநார்களைச் சுருங்கவோ விரியவோ செய்வதற்கான உத்தரவுகளை அவற்றுக்கு எடுத்துச் செல்லும் இயக்கு நரம்பு, அதன் இறுதி முனையில் பல கிளைகளாகப் பிரிகிறது. ஒவ்வொரு கிளையும் தசைநாருடன் இணைந்த மெல்லிய வில்லையில் போய்ச் சேருகிறது. உத்தரவை எடுத்து வரும் நரம்புக் குறியறிவிப்புகளைத் தேவையான அசைவு நடைபெறுவதற்குப் போதுமான அளவுக்குப் பெரிதாக்குவதே இந்த வில்லையின் பணியாகும்.

தசைநார்களினூடே நீண்ட நூற்புக் கதிர் வடிவ நரம்பமைப்புகள் உள்ளன. புலனறி நரம்புகள் மூட்டுகளிலும் தசைநாண்களிலும் [tendons] இருக்கக் காண்கிறோம். இந் நரம்புகள் நமது தசைநார்கள், மூட்டுகளின் நிலைகள் குறித்து மூளைக்குத் தெரிவித்துக் கொண்டிருக்கின்றன. மூளையின் உத்தரவுகள் எந்த அளவுக்கு நிறைவேற்றப்பட்டுள்ளன என்பதை மூளைக்கு இவைதான் தெரிவிக்கின்றன.

மனம் அறியாமல் தானியங்கி முறையில் நடந்தேறும் அனிச்சைச் செயல்கள்தான் இவ்வாறு நடைபெறுகின்றன. ஆனால் மனம் அறிந்து செய்யப்படும் செயலுக்கு இது போதாது. சாதாரண எளிய வேலையைச் செய்யும்போதுகூட நாம் நமது கையைக் கண்ணால் பார்ப்பது அவசியமாகி விடுகிறது. கண்ணால் பார்த்தால்தான் எடுக்க வேண்டிய பொருளிலிருந்து கை எவ்வளவு தூரத்தில் இருக்கிறதென்று நிதானிக்க முடிகிறது. அதாவது மூளைக்குக் கட்புலன் தகவல் தேவையாயுள்ளது. ஊறுணர்வால் தெரியவரும் தகவலை [tactile information] புலனறி நரம்பு நுனிகள் மூளைக்குத் தெரிவிக்கின்றன. இவ்வாருக நமது புலன்கள் மூலம் தெரிய வரும் தகவல்கள் நரம்புகளின் வழியே மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்படுகின்றன.

சிக்கலான நமது ஒழுங்கியக்க அமைப்பானது அனேகமாய் நமது புலன்கள் எல்லாவற்றையுமே தனக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. சமநிலையாக்கம், மோப்ப உணர்வு, வெப்ப நிலை உணர்வு அடங்கலாய் எல்லாப் புலன் உறுப்புகளையும் அது பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. உடலின் இடநிலையை அறிய மூளை பயன்படுத்திக் கொள்ளாத ஒரே புலன் உறுப்பாய் சுவையறிப் புலனை வேண்டுமானால் கூறலாம். இதுவுங் கூட, நாக்கிலிருந்து மூளையின் இயக்கு உயிரணுக்களுக்குச் செல்லும் நரம்பு வழியை இன்னும் நாம் தெரிந்து கொண்டாகவில்லை என்பதற்குமேல் எதையும் குறிப்பதாயில்லை.

தசைநார்களைச் சுருங்கச் செய்யும் முதுகுத் தண்டுவடத்தின் உயிரணுக்களுக்குத் தேவையான எல்லாத் தகவல்களும் அனுப்பப்பட்டுவிட்டதாய் வைத்துக் கொள்வோம். இத்தகவல்கள் யாவற்றையும் அவ்வணுக்களால் பரிசீலித்தறிந்து கொள்வது முடியாத காரியம்—மதிப்பீடுகள் இதனைப் புலப்படுத்துகின்றன. இத்தகவல்களால் அவை ''மிதமிஞ்சித் தூண்டப்பெற்றுவிடும்''. இதன் விளைவாய்த் தசைநார்கள் நெடுநேரத்துக்கு மிகவும் வலுவாய்ச் சுருங்கி நெளிய நேரும், அதாவது குறக்களி வாங்க நேரும். ஆனால் இவ்வாறு நடைபெறுவதில்லை. நமது புலனுறுப்புகளிலிருந்து தகவல்கள் மூளையின் உரிய மையங்களுக்கு அனுப்பி வைக்கப்படுவதே இதற்குக் காரணம்.

பல்வேறு வகையான குறியறிவிப்புச் சாதனங்களையும் நமது உடலமைப்பு ஏராளமாய்ப் பெற்றுள்ளது. ஏற்கனவே நாம் கண்டது போல் இவை நேரடியாகத் தசைநார்கள், தசைநாண்கள், மூட்டுகள், முதலான இயக்குச் சாதனங்களினுள்ளும், மற்றும் உடலின் பிரதான ''ஒழுங்கியக்க மேற்பார்வையிடமான'' தலையிலும் அமைந்திருக்கின்றன. மூடப்

பெற்ற சுற்றமைவுடைய தொலைக்காட்சியை ஒத்த விரிவான தகவல் சேகார அமைப்பு, உடலின் எல்லாப் பகுதிகளிலும் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகள் குறித்து மூளைக்குத் தகவல் தெரிவித்துக் கொண்டிருக்கிறது. இந்தத் தகவலைக் கொண்டு மூளையானது உடல் அசைவுகள்மீது அதன் தலைமை ஆட்சியை நடத்திச் செல்ல முடிகிறது.

புலனறி நரம்புப் பாதைகள் கண்டறியப்பட்டபோது அவை சுற்றிவளைத்துக் கொண்டு மூளையின் புறணியை வந்தடைவது தெரிந்தது. முகுளம் [medulla], இடைமூளை [diencephalon], நடுமூளை [mesencephalon], சிறுமூளை [cerebellum] இவற்றின் வழியே அதற்கு வருகிறது. மூளையின் இப்பகுதிகள் முதுகுத் தண்டுவடத்தின் இயக்கு நரம்பணுக்களுடன் நரம்புப் பாதைகளால் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நமது அசைவுகள் இவ்வாறாக மூடப்பெற்ற ஒரே சுற்றமைப்பால் ஒழுங்கியக்கப்படவில்லை, மிகப் பல நரம்புச் சுற்றுகளால், அதாவது ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்றாய் அமைந்த மிகப் பல தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளால் இயக்கப்படுவதாகத் தெரிகிறது.

புது வகை அங்க அசைவை ஒருவர் கற்றுக் கொள்கிறார் என்று கொள்வோம். உதாரணமாய் சைக்கிள் ஓட்டக் கற்றுக் கொள்கிறார் என்று கொள்வோம். எல்லாச் சுற்றோரப் பகுதிகளிலுள்ள குறியறிவிப்பு இடங்களிடமிருந்தும் தேவையான தகவல்கள் நேரே மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. உடனடியாகப் பகுந்தாராயப்பட வேண்டிய தகவல்கள் அளவின்றி மூளையிடம் வந்து குவிகின்றன. இந்த அபரிமித விவரங்களை மூளை வகைபிரித்து ஒழுங்கு செய்ததும், நரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமங்களிடம் குறிப்பிட்ட அசைவுகளை ஒழுங்கியக்கும் பணியை ஒப்படைக்கிறது. இந்தக் கூட்டு ஒழுங்கியக்கி அமைப்பின் கீழ்நிலைப் பிரிவு

களிடம் சுலபமான பணிகள் ஒப்படைக்கப்படுகின்றன. உதாரணமாய் முதுகுத் தண்டுவடத்தின் நரம்பணுக்கள் கால் தசைநார்கள் ஒழுங்கு தவருது சுருங்க வேண்டியதைக் கவனித்துக் கொள்கின்றன. உயர்நிலைப் பிரிவுகள் மேலும் கடினமான பணிகளைப் பெறுகின்றன. கண்களிடமிருந்தும் உடலின் சமநிலையாக்க இடத்திடமிருந்தும் தகவல்கள் அனுப்பி வைக்கப்படும் பிரதான நரம்பு ஒழுங்கியக்குச் சுற்றமைவு ஒன்றிடம், சைக்கிளையும் அதை ஓட்டுபவரையும் சாய்ந்து விழுந்துவிடாமல் நிமிர்ந்த நிலையிலே இருத்தும் பொறுப்பு ஒப்படைக்கப்படுகிறது. மூளையானது பொது மேற்பார்வையையும் மனமறிந்து நடைபெறும் செயலைகளையும் மட்டும் தன் நேரடிப் பொறுப்பில் வைத்துக் கொள்கிறது. சைக்கிள் ஓட்டுபவரின் விவகாரத்தில், உரிய சாலையில் செல்லுதல், எதிலும் மோதாமல் கவனித்து ஓட்டுதல் போன்ற மனமறிந்து நடைபெறும் செயல்களை மூளை தன் நேரடிப் பொறுப்பில் வைத்துக் கொள்கிறது.

சைக்கிள் ஓட்டுகையில் என்ன நடைபெறுகிறதெனில், மூளையானது மேலும் மேலும் கடினமான பணிகளைக் கீழ்நிலையிலுள்ள தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளிடம் படிப்படியாக ஒப்படைகிறது. இவ்வாறு மேலடுக்குகள் ''கீழ்த்தரப்'' பணிகளிலிருந்து விடுவிக்கப்படுகின்றன. மேலும் மேலும் கூடுதலான பணிகள் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளுக்கு விடப்படுகின்றன. இது நடைபெற்றதும், சைக்கிள் ஓட்டக் கற்றுக் கொள்பவர் ''நான் சைக்கிள் ஓட்டக் கற்றுக் கொண்டுவிட்டேன், சாயாமல் சமநிலையில் இருப்பது பற்றிச் சிந்திக்காமலே ஓட்ட முடிகிறது'' என்று பெருமைப்பட்டுக் கொள்கிருர்.

விளையாட்டுப் போட்டியாளர்களும் தொழிலாளர்களும் புதிய செயல்முறைகளைக் கற்றுத் தேர்ச்சி பெறும் வழிகளை

ஆராய்வதில் பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் பல ஆண்டுகள் செலவிட்டவர். சிந்தனை வேலை வேண்டியிராத பணிகளிட மிருந்து தன்னை விடுவித்துக் கொள்ள மூளை எப்பொழுதுமே முயலுவதை அவர் கண்டார். இந்தப் போக்கு உழைப்புத் துறையில் அனுசரிக்கப்படும் ''நவீன'' முறைகளை ஒத்திருக் கிறது. தொழில்நுட்பத் துறையிலும் தானியங்கி முறைகள் கையாளப்பட்டு, இதே போல மனிதன் ஆக்கப் பணிகளுக் காக விடுவிக்கப்படுகிறான்.

தொழில் துறைத் தானியங்கி ஏற்பாடுகளுக்கும் உயி ரமைப்புத் தானியங்கி ஏற்பாடுகளுக்கும் இடையே ஒப்புமை இருப்பது தெரிய வந்ததும், உடலியலாளர்கள் மேலும் அடிப் படையான ஒப்புமைகள் இருக்கக் கூடுமென உயிரமைப்பு களை ஆராய முற்பட்டனர். தொழில்நுட்ப ஒழுங்கியக்கி அமைப்புகள் எப்படி இயங்குகின்றன என்பது பொறியாளர் களுக்குத் தெரியும். நம்முள் செயல்படும் ஒழுங்கியக்கிகள் எவ்வாறு இயங்குகின்றன?

எந்தத் தானியங்கி சுயாட்சி அமைப்பும் அடிப்படையில் பின்வரும் பகுதிகள் அடங்கியதாய் இருக்க வேண்டும்: இயங்க வைக்கும் இயக்குப் பகுதி; எதை எந்த அளவுக்கு ஒழுங்கியக்க வேண்டுமென்பதை நிர்ணயிக்கும் பகுதி; எந்த அளவுக்கு ஒழுங்கியக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதை அளவிடும் பொறி; வரும் தகவல்களைப் பகுத்தாய்வதற்கும் அவற்றை உத்தரவு களாய்ப் பெயர்த்திடுவதற்குமான சூட்சுமம்; முடிவில் இந்த உத்தரவுகளின்படி இயங்கும் ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமம். இம் முறையில் தேவையான ஒழுங்கீடு தேவையான வழியில் செய்து முடிக்கப்படுகிறது.

இந்த அமைப்பில் எந்தெந்த பகுதிகள் மனித உடலில் காணக் கிடக்கின்றன என்று பார்ப்போம். இயக்குப் பகுதி

களான தசைநார்கள் மிகவும் விளக்கமாய் ஆராயப்பட்டிருக்கின்றன. நமது உடலின் அளவிடு பொறிகள் இதே போல விவரமாய் ஆராயப்பட்டிருப்பினும், இவை குறித்து அந்த அளவுக்குத் தெளிவு ஏற்படவில்லை. தகவல்களைப் பெற்று இவற்றை உத்தரவுகளாய் மாற்றும் சூட்சுமமும் ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமமும் இன்னும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டாகவில்லை. இவை நமது மைய ஒழுங்கியக்கிப் பிரிவின் அருகே, அதாவது மூளையின் மேல் பிரிவுகளில் இருக்க வேண்டுமென்பதில் விஞ்ஞானிகளுக்கு ஐயப்பாடு எதுவுமில்லை என்றாலும், இவை எப்படி வேலை செய்கின்றன, எவ்வடிவில் இருக்கின்றன என்பது இன்னும் தெரியவில்லை.

தொலைபேசி இணைப்பகமா?

உடலின் ''தலைமையகமான'' மூளை நுட்பத்திறன் படைத்த மிகச் சிக்கலான ஓர் அமைப்பு என்பது மேலே நாம் நிறையக் கூறியவற்றிலிருந்து நன்கு புலனாகிறது. ஆனால் இந்த மூளைக்கு உவமையாகச் சொல்லக் கூடியது எது?

விரலைக் குத்திக் கொள்கிறீர்கள், அல்லது தவறிப்போய்ச் சூடான இஸ்திரிப் பெட்டியைத் தொட்டுவிடுகிறீர்கள். இந்தத் தகவல் மூளைக்குக் கிடைத்ததும், உடனே அது சம்பந்தப்பட்ட தசைநார்களைச் சுருங்கச் செய்கிறது. நம்மையன்றி தானாகவே இது நடந்தேறுகிறது என்பது தெரிந்ததே. வெளியிலிருந்து மூளைக்கு வரும் இந்தத் தூண்டல் மூளையினுள் ஏதோ விசைப் பொத்தானை அழுத்தினால் எப்படியோ அப்படி நடந்தேறுகிறது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு உடலியலாளர்கள் பலரும் இந்நிகழ்ச்சித் தொடர் இவ்வாறே நடந்தேறுவதாக நினைத்தனர். ஏராளமான நரம்பணுப்

பொத்தான்களைக் கொண்ட ஒரு வகை ஒழுங்கியக்கிக் கேந்திரமாய் அவர்கள் மூளையைக் கற்பனை செய்துகொண்டனர். ஒரு பொத்தானை அழுத்தியதும் முன்கை மூட்டு மடங்குகிறது, மற்றொன்றை அழுத்தியதும் நேராகிவிடுகிறது. வாத்தியப் பெட்டிக் கட்டைகளை அழுத்தி வாத்தியம் வாசிப்பது போல மூளையில் யாவும் நடைபெறுவதாய் நினைத்தனர்.

இக்கருத்து உண்மையில் நடைபெறுவதை அளவுமீறி சுலபமாக்கிவிடும் முயற்சியே என்பது இன்று நமக்குத் தெரிகிறது. ஏனெனில் மிக எளிய அங்க அசைவுக்குங்கூட தசைநார் ஒழுங்கியக்கித் தொகுப்பு, மேற்பார்வைத் தொகுப்பு, மற்றும் இவற்றையொத்தச் சிக்கலான மிகப் பல உறுப்புகளும் ஏற்பாடுகளும் தேவையாகும் என்பதை நாம் அறிவோம். இருந்தபோதிலும், மூளையானது தட்டுத் தங்கலின்றி இசைவுடன் இயங்கும் ஒருமித்த சூட்சுமமாகுமென்ற இக்கருத்து அக்காலத்திற்குச் சரியான கருத்தாகவும் முன்னேற்றக் கருத்தாகவும் அமைந்தது.

''எந்நிலைமையிலும் மூளை தன்மையில் ஓர் இயந்திரத்தைப் போன்றதே ஆகுமென்ற கருத்து, இயற்கை விஞ்ஞானிக்குக் கிடைத்த ஒரு வரப்பிரசாதமாகும்'' என்று 1863ல் ருஷ்ய உடலியலாளர் இவான் சேச்செனவ் மூளையின் மறிவினைகள் என்னும் தமது புத்தகத்தில் எழுதினார். ''சர்வசாதாரணமான திருகாணி முதலாய்ச் சிக்கலான சூட்சுமங்கள் வரையிலாய்ப் பல்வேறுபட்ட அதிநுட்ப இயந்திரங்களும் மேலும் மேலும் கூடுதலான அளவுக்கு உடலுழைப்பை அகற்றி வருவதை அவர் கண்ணுற்று வருகிறார். இந்த இயந்திரங்கள் குறித்து அவர் ஓயாது சிந்தித்து வருகிறார். ஒரு புதிய இயந்திரத்தின் உட்புறத்தைக் காட்டாமலே அதன் வேலையின் தொடக்கத்தையும் முடிவையும் மட்டும் அவருக்குக்

காட்டினீர்களாயினும், அந்த இயந்திரத்தின் அமைப்புத் திட்டத்தையும் அதன் செயற்பாட்டையும் அவர் அனேக மாய்ப் பிழையின்றி ஊகித்துக் கொண்டுவிடும்படியான அளவுக்கு இவை குறித்துச் சிந்தித்துள்ளார்.''

இது மெய்தான். மூளையானது இதே போல உட்புறம் தெரியாதபடி மூடப்பெற்ற இயந்திரம்தான். சைபர்னெத்தியர்கள் கூறுவது போல அது மர்மமான ''கரும் பெட்டி'' தான். நரம்புப் பாதைகள் அதனுள் போய்ச் சேருவதையும், உள்ளிருந்து வெளியே வருவதையும் கண்டு குறித்துக் கொள்வதைத் தவிர நம்மால் அதிகமாய் ஒன்றும் செய்ய முடியவில்லை. குறியறிவிப்புகள் உட்செல்வதையும் வெளிவருவதையும் கண்டு தெரிந்து கொள்கிறோம். ஆனால் உள்ளே என்ன நடைபெறுகிறது என்பது குறித்து நாம் ஊகிக்கவே வேண்டி யுள்ளது. எப்படியும் அண்மைக் காலம்வரை நிலைமை இவ்வாறே இருந்தது. எனவேதான் ''உட்செலும்—வெளிவரும்'' குறியறிவிப்புகளின் அடிப்படையில் மூளையின் செயற்பாடு பற்றிய கோட்பாடுகளைத் தெரிந்து கொள்வது அவசியமாகிவிடுகிறது. இதற்கு ஏதேனும் ஒரு வகையில் ஓர் இயந்திரத்துடனான ஒப்புமை தவிர்க்க முடியாததாகும். ஆகவே உயிருள்ள நமது அரிய இயந்திரத்துக்குத் தொழில் நுட்பத் துறையிலிருந்து 19ஆம் நூற்றாண்டு ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒப்புகள் [analogues] தேடியதில் வியப்பில்லை.

உயிரமைப்பின் உயிர்ச் செயல்கள் தூண்டல்-செயற்பாடு என்ற, அல்லது இன்று கூறப்படுவது போல உட்செல்—வெளிச்செல் என்ற எளிய வகையில் அமைந்த முடிவில்லா வினைவினைகளது வரிசையாக அமைகின்றன. இது போன்ற ஒவ்வொரு வரிசையும் குறிப்பிட்ட ஒரு பொத்தானை இயந்திர முறையில் அழுத்துவதற்கு ஒப்பானதாய் இருக்க

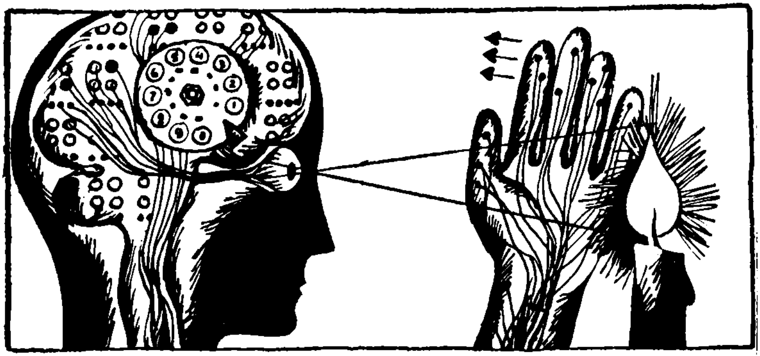
வேண்டுமென்பதில்லை. வேண்டிய தொகுப்புகளைத் தொடர்பு கொள்ளச் செய்யும் இணைப்பு அமைத்திடும் சாதனத்துக்கு ஒப்பானதாய் இதனைக் கொள்ளலாம். ஒரு வகைத் தொலை பேசி இணைப்பகம் [telephone exchange] போன்றதாக இதனைக் கருதலாம். தொலைபேசி வைத்துள்ளவர் ஒவ்வொருவரையும் தொலைபேசி இணைப்பகம் நகரம் முழுவதுடனும் இணைத்த போதிலும், தொலைபேசி வைத்துள்ள ஏனையோரில் யாரே னும் ஒருவருடன் மட்டுமே எந்த ஒரு நேரத்திலும் அவர் தொடர்பு பெற முடியும். நண்பருடன் பேச விரும்பியதும், அவருடைய தொலைபேசி எண்ணை டயல் செய்கிறீர்கள். தொலைபேசிப் பட்டியலிலுள்ள ஒவ்வொரு எண்ணையும் நீங்கள் டயல் செய்து கூப்பிடலாம். தொலைபேசி வைத் திருக்கும் பல்லாயிரக் கணக்கானோரில் யாருடனும் நீங்கள் தொடர்பு கொள்ள முடிகிறது. நமது மூளையை இந்தத் தொலைபேசி இணைப்பகத்துக்கு ஒப்பானதாய்ச் சொல்லலாம். எண்ணற்ற அதன் நரம்பணுக்கள் இணைப்பு அமைத்திடும் தானியங்கித் தொகுப்புகளாய்ச் செயல்படுகின்றன.

''இணைப்பு அமைத்திடும் இத்தகையத் தானியங்கித் தொகுப்பைப் போன்றதொன்று மூளையிலும் இருக்க வேண் டும். கட்புலனுக்குப் பொறுப்பான மூளைப் பிரிவை இது ஜீரணத்துக்குப் பொறுப்பான பிரிவுடன் இணைத்திடலாம். இதன் விளைவு என்னவெனில், பொத்தானை அழுத்தி விளக்கை எரியச் செய்ததும் உடனே நாயின் வாயில் எச்சி ஊறுகிறது'' என்று பாவ்லவ் எழுதினர்.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தைத் தொலைபேசி இணைப்பகத் துக்கு ஒப்பானதாய்க் கொள்ளும் இந்த ஒப்புமை இம்மா பெரும் உடலியலாளரின் பல நூல்களிலும் காணப்படுகிறது. தொலைபேசி இணைப்பகமானது, நமது மூளைக்கு மிக விரி

வான அளவில் ஒத்திசைவாயுள்ள ஒப்பாகுமென்று நெடுங் காலம் கருதப்பட்டு வந்தது. மூளையின் மிக எளிய செய லிலிருந்து மிகச் சிக்கலான மனித நடத்தை வரையில் யாவும் இந்தத் தொலைபேசி இணைப்பகக் கட்டமைப்புத் திட்டத் தில் இசைவுடன் பொருந்துவதாய்த் தோன்றியது.

அங்க அசைவை எடுத்துக் கொள்வோம். சூடுபட்டதும் எவரும் தன்னை அறியாமலே, உள்ளுணர்வால் உந்தப்பட்டே கையை வெடுக்கென இழுத்துக் கொள்கிறார். இது நரம்பு மண்டலத்தின் உள்ளார்ந்த இயல்பாகும்; தூண்டலின் விளை வாய்த் தானியங்கி முறையில் தவறாமல் நடைபெறும் விளை வினையாகும். இதனை நெறியாக்கமுறா மறிவினை என்கிறோம். அனுபவம் விரிவும் வீச்சும் பெறப் பெற பிற வகை விளைவினை கள் நடைபெறுகின்றன. அவை எவ்விதம் நிகழ்கின்றன என்பது ஒருவரது நிலைமைகளைப் பொறுத்தது. இவற்றை வந்தேறிய அல்லது நெறியாக்க மறிவினைகள் [conditioned reflexes] என்கிறோம். உதாரணமாய், தாகம் எடுக்கும்போது ஒருவர் கையை நீட்டி எதிரே கோப்பையில் இருக்கும் தண் ணீரை எடுக்கையில் இவ்வகை மறிவினைதான் நடைபெறு கிறது. இது மனமறிந்து செய்யப்படும் அங்க அசைவு. குடிக்கத் தண்ணீர் வேண்டும்போது மட்டுமே இது நிகழ்கிறது. தண்ணீர் தேவைப்பட்டதும் மூளையின் தாக உணர்ச்சி மையம் அதன் அக்கம்பக்கத்து மண்டலங்களுக்கு 'போன்' செய்து உதவி கேட்கிறது. தானியங்கிப் பொத்தான்கள் செயல்பட்டு உடனே அதற்கு இயக்குப் பிரிவுடன் தொடர்பு இணைத்துத் தருகின்றன. இயக்குப் பிரிவு தக்க உத்தரவுகளை அனுப்பியதும், கை நீண்டு எதிரிலுள்ள கோப்பைத் தண் ணீரை எடுக்கிறது.



அல்லது தெருவில் நடப்பவர் ஒருவர் தன்னை நோக்கி ஒரு கார் வருவதைக் காண்கிறார். கண்ணிலிருந்து குறியறிவிப்பு கட்புலன் மையத்துக்கு வந்ததும், இம்மையம் இயக்குப் பிரிவுடன் தொடர்பு கொள்கிறது. இயக்குப் பிரிவு உடனே கால்களுக்கு உத்தரவு அனுப்புகிறது. அவர் தெருவின் ஓரத்துக்கு ஒதுங்கி நடக்கிறார். எல்லாம் தொலைபேசி இணைப்பகத்தில் நடைபெறுவது போலவே நடப்பதாய்த் தோன்றுகிறது.

ஆனால் உடலியலாளர்கள் இந்தச் செயற்பாட்டினை மேலும் மேலும் நெருங்கிச் சென்று ஆராய்ந்தபோது, இந்த ஒப்புமையில் அவர்களுக்கு இருந்த நம்பிக்கை மேலும் மேலும் குறையலாயிற்று. முக்கியமாய், வலி உண்டாக்கும் ஆதாரத்திலிருந்து வெடுக்கென கையை இழுத்துக் கொள்வது போன்ற ''அசைவுகளின் கூறுகளை'' விட்டு—பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் இந்த அசைவுகளை இப்படித்தான் குறிப்பிடுகிறார்—வேலைகள் அல்லது விளையாட்டுகளின்போது மனமறிந்து வேண்டுமெனச் செய்யப்படும் அசைவுகளைப்

பரிசீலிக்க முற்பட்டபோது, விளங்காப் புதிர்கள் பலவும் எழுந்தன.

அந்தந்த தருணத்திலும் தசைநார்களின் நிலை, பல்வேறு மூட்டுக்களின் கோணங்கள் முதலான பலவுங் குறித்து மூளைக் குத் தகவல் கிடைக்கிறது. ஆனால் குறிப்பிட்ட ஒரு வேலைக்கு — உதாரணமாய், வாலிபால் ஆட்டக்காரர் வலைக்கு மேல் வரும் பந்தை எட்டித் தட்டுவதற்கு வேண்டிய சரியான உயரத்துக்குத் தாவவோ, புதிதாகக் கடையப்பட்ட இயந் திர உறுப்புக்குத் தொழிலாளி இறுதி வேலைகளைச் செய்து முடிக்கவோ—எவை எவற்றை எந்த அளவுக்குத் திருத்திச் சீராக்க வேண்டும் என்பதை மூளை எப்படி தெரிந்து கொள் கிறது? ஒவ்வொன்றும் எந்நிலையில் இருக்கிறது என்பது பற்றிய உண்மை நிலவரத்தை மட்டும்தான் மூளைக்கு வந்து சேரும் தகவல் அதற்குத் தெரிவிக்கிறது. இனி மேலும் செய்ய வேண்டியது என்னவென்பதை மூளைதான் தீர்மானித்தாக வேண்டியிருக்கிறது. தவிரவும் மூளை அனுப்பும் உத்தரவுகள் குறிப்பிட்ட ஒரு அசைவின் நோக்கம் குறித்து எதுவும் சொல் வதில்லை. பல்வேறு தசைநார்களும் என்ன செய்ய வேண்டும் என்பதை மட்டும்தான் இந்த உத்தரவுகள் சொல்கின்றன. ஆனால் திட்டமிட்டுச் செய்யப்படும் ஒவ்வொரு அசைவுக்கும் விவரமான செயல்திட்டம் ஒன்று நிச்சயம் இருக்க வேண்டு மென்பதை நம்மால் ஊகிக்க முடிகிறது.

''உடலியலாளர்களான நாங்கள் எங்களது தர்க்கவழிச் சிந்தனையில் இந்த அளவுக்கு முன்னேறியதும், இந்தப் பணி மிகவும் கடினமானது, 'தொலைபேசி இணைப்பகத்தால்' இதனைச் செய்து முடிக்க இயலாது என்பது விளங்கிற்று'' என்று பேராசிரியர் பெர்ன்ஷ்டைன் கூறுகிறார். ''தொலைபேசி இணைப்பகம் சிந்தனையில் ஈடுபடுவதில்லை, தொலைபேசி வைத்

திருப்போரிடையே தொடர்பு அமைத்துக் கொடுக்கிறது. ஆனால் மூளை இடையருது நிலைமையைச் சீர்தூக்கிப் பார்த்து மதிப்பிட்டு, செய்ய வேண்டிய காரியம் என்ன, அதற்கு உகந்த இயக்குச் செயற்பாடு என்ன என்பதைத் தீர்மானித் தாக வேண்டும். பிரத்தியேக இயக்குப் பிரச்சினைகள் மூளையை எதிர்நோக்குகின்றன. இவற்றுக்கு எப்படித் தீர்வு காண்பதென்று மூளை திட்டமிட்டாக வேண்டும்; அல்லது இக் காலத்திய வழக்குப்படிச் சொல்வதெனில், அது தனது பணிக் குரிய செயல்திட்டத்தை வகுத்துக் கொண்டாக வேண்டும். இப்பணியிலே மிகவும் சுலபமான பகுதி செயலை மேற் கொள்வதுதான். ஆனால் மனித உடலமைப்பின் இயங்கியலை [dynamics] முதன்முதல் ஆராய்ச்சியாளர்கள் பரிசீலிக்கத் தொடங்கிய அக்காலத்தில், இதுவே மூளையின் மிகவும் கடினமான பணி என்பதாக அவர்கள் நினைத்தனர்.''

''செயல்திட்டமிடல்'', ''தகவல் பெறுதல்'' ஆகிய தொடர்கள் தொழில்நுட்பக் கலைச்சொற்களாகும். இவைக ளின்றி சைபர்னெத்தியஅமைப்பு எதையும் விவரிக்கமுடியாது. இன்று உடலியலாளர்களும்கூட இச்சொற்களை உபயோகிக் கிருர்கள். ஆனல் இச்சொற்களை முதன்முதல் உபயோகித்த முன்னேடிகளான உடலியலாளர்கள் எவ்வளவு கடுமையான எதிர்ப்பைச் சமாளித்தாக வேண்டியிருந்தது! நடந்ததை இப்பொழுது திரும்பவும் நினைத்துப் பார்க்கையில், உட லியலை ''சைபர்னெத்தியமயமாக்கிய'' ஆரம்ப காலத்தில் இந்த எதிர்ப்பு ஏற்பட என்ன காரணமென்று புரிந்து கொள் வது கடினமாயிருக்கிறது. மூளையைத் தொலைபேசி இணைப் பகத்துடன் ஒப்பிட்டபோது இந்தக் ''கொச்சையான'' ஒப் புமை யாரையும் கலக்கமுறச் செய்யவில்லையே. ''உயர் இலட் சியங்களும் விருப்பங்களும் பல்வேறு வகைப்பட்ட அசைவு

களுமுடைய மனிதனைப் போய் இயந்திரத்துடன் ஒப்பிடுவது மேம்போக்காய்ப் பார்ப்பதற்குப் பொருத்தமற்றதாகவே தோன்றும்'' என்று பாவ்லவ் எழுதினார். ''ஆனால் உண்மையில் இது அவ்வளவு பொருத்தமற்றதுதானா?... எப்படியும் மனிதன்... இயற்கையின் தவிர்க்க முடியாத ஒருமித்த விதிகளுக்குக் கீழ்ப்படியும் ஓர் அமைப்புதானே (அல்லது எளிய முறையில் சொன்னால் ஓர் இயந்திரம் தானே). சுய - ஒழுங்கியக்கத்தை மனிதன் மிகவும் கூடுதலான அளவுக்குப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறபடியால், மனிதன் நவீன விஞ்ஞானத்தின் கண்ணோட்டத்தில் ஓர் அலாதி வகையான அமைப்பாவான்.''

பாவ்லவின் காலத்தில் மூளையின் செயற்பாட்டுக்கு மிகவும் ஒத்ததாய்க் கூறக் கூடியது தொலைபேசி இணைப்பகம்தான். இன்று விஞ்ஞானப் பார்வையின் வரம்புகள் வெகுவாய் விரிவடைந்துவிட்டன. நவீன சைபர்னெத்திய இயந்திரங்களை மூளையுடன் ஒப்பிடுவது மெத்தப் பொருத்தமாயிருக்கும். இந்த இயந்திரங்கள் புலனறிப் பொறிகளிலிருந்து கிடைக்கும் தகவலைப் பதனம் செய்து, பகுத்தாய்ந்து பதிலளிக்கின்றன: உதாரணமாய், கொதிகலத்தில் அழுத்தமானது வளியுமண்டல அழுத்தத்தைப்போல இரு மடங்கு குறையும் போது, நீராவியின் வெப்பநிலை மாறாமல் அதே நிலையில் இருப்பதற்கு என்ன செய்ய வேண்டுமென்று பதிலளிக்கின்றன.

உடலின் பல பகுதிகளில் நிலவும் நிலைமைகள் குறித்து மூளைக்கு ஓயாமல் தகவல் வந்து கொண்டிருக்கிறது. மூளை இத்தகவலைப் பகுத்தாய்ந்து தான் செய்ய வேண்டியதைத் தீர்மானித்தாக வேண்டும். இந்தத் தகவலில் பெரும் பகுதி கண்களால் அனுப்பப்படுகிறது. கட்புலன் நரம்புப் பாதைகள்

செவிப்புலன் நரம்புப் பாதைகளைக் காட்டிலும் சுமார் முப்பது மடங்கு கூடுதலான விவரங்களை அனுப்புகின்றன. இவற்றுக்கு மூளையின் விளைவினைகள் இரத்தினச் சுருக்கமாய் உள்ளன. உள்வரும் தகவலின் அளவு வெளிச்செல்லும் ஒழுங்கியக்கக் குறியறிவிப்புகளின் அளவைவிட சுமார் ஏழு மடங்கு கூடுதலாகுமென மதிப்பிடப்படுகிறது.

சைபர்னெத்திய இயந்திரத்தில் மின்னணுக் குழாய்கள் ஏராளமாய் உள்ளன. மின்னணுக் குழாயின் செயற்பாடு மிக மிக எளிதாகும்: ஒன்று அது ''முடுக்கிய'' நிலையிலுள்ளது, அல்லது ''வெட்டிய'' நிலையிலுள்ளது. ''முடுக்கிய'' நிலையில் மின்விசையைக் கடத்துகிறது; ''வெட்டிய'' நிலையில் கடத்துவதில்லை. ''முடுக்கிய'' நிலையை ''பூஜ்யத்தையும்'' ''வெட்டிய'' நிலையை ''ஒன்றையும்'' குறிக்கவோ, அல்லது இதற்கு எதிர்மாறாய்க் குறிக்கவோ பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். அடிப்படை இயந்திரச் செயற்பாடுகளை இவ்வாறு கணிப்புகளாக்கிக் கொண்டுவிடலாம். எனவேதான் இந்த இயந்திரங்கள் கணிப்பியந்திரங்கள் [computers] என்பதாய் அழைக்கப்படுகின்றன.

இவ்விதம் இந்த இயந்திரம் ஒரு கேள்வித் தொடருக்கு ''ஆம்'' என்றோ, ''இல்லை'' என்றோ பதிலளிக்கிறது. இந்தப் பதில்களின் அடிப்படையில் படிப்படியாய் அது சரியான தீர்வை வந்தடைகிறது.

மூளையின் செயற்பாடும் இதே கோட்பாட்டின் அடிப்படையில் அமைந்ததாகவே இருக்குமோ? மூளையிலும் உயிர் மின்னோட்டங்கள் ஓயாமல் சுடர்வதைக் காண்கிறோம். நரம்பணுக்கள்தான் உயிரமைப்பின் ''மின்னணுக் குழாய்கள்''. இவை நரம்புத் தூண்டல்களுக்குத் திறந்தோ (''முடுக்கிய'' நிலை), அல்லது மூடியோ (''வெட்டிய'' நிலை) இருக்கின்றன.

''இருந்தால் எல்லாம், இல்லையேல் ஒன்றுமே இல்லை''— உடலியலாளர்கள் நன்கறிந்த இந்தக் கோட்பாட்டுக்கு இணங்க நரம்பணுக்கள் செயல்படுகின்றன என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும். அதாவது தூண்டல் கிளர்ச்சி ஏற்படும் நிலைக்குக் குறைவாய் இருக்கையில் அவை ஓய்ந்திருக்கின்றன; தூண்டல் இந்த நிலைக்குக் கூடுதலாய் இருக்கையில் அவை கிளர்ச்சியடைகின்றன. நரம்புத் தூண்டல் செல்லும் பாதை நரம்பணுவின் நிலையையே பொறுத்திருக்கிறது. ஆகவே நரம்புத் தகவல் போக்குவரத்துச் சுற்றமைவு எப்படிப் பட்டது என்பதும் எந்தெந்த நரம்பு மையங்கள் அதில் உள்ளடங்கும் என்பதும் நரம்பணுவின் நிலையையே பொறுத் திருக்கின்றன.

இவ்வாறு நரம்பணுக்கள் கணிப்பியந்திரங்களுடைய கோட்பாடுகளின்படி செயல்படுவதாய்த் தோன்றுகிறது. மூளையானது தான் அனுப்ப வேண்டிய ஒழுங்கியக்கக் குறி யறிவிப்புகளின் தன்மையையும் அவை போய்ச் சேர வேண் டிய இடத்தையும் தீர்மானிக்குமுன், அது பல கணக்கீடு களைச் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. கண்ணின் பாவை விரி வதையும் சுருங்குவதையும் மூளை ஒழுங்கியக்கும் முறையை ஆராய்ந்தபோது, இது நிரூபணமாகியது. வெளித் தோற்றத் துக்கு எளிதாயுள்ள இந்த உள்மனச் செயலுக்குக் கணிச அளவு பூர்வாங்கக் கணிப்பு அவசியமாயிருக்கிறது. அறை அல்லது பார்வையிலுள்ள பொருளின் ஒளிர்வைப் பற்றிய தகவல் மூளைக்கு அனுப்பப்படுகிறது. பாவையின் துவாரம் எவ்வளவு இருந்தால் இங்குள்ள ''பார்வைப்'' பணிக்கு உகந்ததாய் இருக்குமென்பதை மூளை நிர்ணயிக்கிறது. கணிக்கப்பட்ட துவார அளவினை உண்மையிலுள்ள துவாரத் துடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து, எந்த அளவுக்கு அதை மாற்ற

வேண்டுமென்பதை நிர்ணயிக்கிறது. இதன் பிறகுதான் சம்பந்தப்பட்ட தசைநார்களுக்கு உத்தரவு அனுப்புகிறது. மில்லிமீட்டரில் ஒரு சிறு பின்னத்தின் அளவுக்கே துவாரத்தில் திருத்தம் ஏற்படும்படி அது இந்தக் கணிப்பை அவ்வளவு கறாராய்ச் செய்ய முடியும். இது ஓயாமல் மூளை செய்து கொண்டிருக்கும் கணிப்புகளில் ஒன்றே ஆகும்.

உத்தரவின் விளைவுகள் நிலைமைகளுக்கேற்ப மாறக் கூடுமாதலால், மூளை விடை காண வேண்டியவை சாதாரண எண் கணித [arithmetical] கணக்குகளல்ல; முழுமுழு வேறுபாட்டியல் நுண்கணிதச் சமன்பாடுகளுக்கு [differential equations] அது விடை காண வேண்டியிருக்கிறது. உள்மனச் செயல்களான சர்வசாதாரண கைகால் அசைவுகளுக்கே அது இவ்வளவு பெரிய கணிப்புகள் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. நமது நரம்பு மண்டலம் உயர் கணிதத்தில் தேர்ச்சி பெற்றிருப்பதாய் இதற்கு அர்த்தமல்ல. கணித அறிவுக்கும் இதற்கும் எந்தச் சம்பந்தமும் இல்லை. கணிப்பதில் மூளைக்குள்ள ஆற்றலானது அதன் கணிதத் திறனுக்கு அறிகுறியாகிவிடாது. எல்லாப் பிராணிகளின் மூளையும் கணிப்பியந்திரமாகத்தான் செயல்படுகிறது. பறவைக் கூட்டிலிருந்து பறவைக்குத் தெரியாமல் ஒரு முட்டையை எடுத்துவிட்டோமானால், பறவை கலக்கமடைய நேர்வதை விலங்கியலாளர்கள் அறிவர். பறவை அதன் முட்டைகளை ''எண்ணிக் கணக்கிடுகிறது'' என்பதுதானே இதன் பொருள்?

மனித மூளையின் ''கணிப்புகளில்'' பல, பயனற்ற வீண் வேலையே ஆகும். முன்பு ஒரு ஆலைப் பிரிவில் வேலைப் பலகைகளுக்கு மேல் தணிவாய் பாதரச ஆவி மின்விளக்குகள் பொருத்தப்பட்டபோது தொழிலாளர்கள், வேறொரு பிரிவில் அதே வேலையைச் செய்த தொழிலாளர்களைக் காட்டிலும்

சீக்கிரமாய்க் களைப்படைந்து வந்தது தெரியலாயிற்று. இதனைக் கவனமாய் ஆராய்ந்தபோது, இவ்விளக்குகள் கண்ணுக்குத் தெரியாதபடி தொடர்ந்து சுடரிட்டுப் படபடத்ததே இதற்குக் காரணம் என்பது புலப்பட்டது. இந்தப் படபடப்பை மூளை ''எண்ணிக் கணக்கிடுவதை'' உடலியலாளர்கள் கண்டனர். இதனால் இத்தொழிலாளர்கள் இயல்பாகவே சீக்கிரத்தில் களைப்படைய நேர்ந்தது.

ஆக, மூளையின் செயற்பாடு குறித்து நமக்குத் தெரிந்த உண்மைகள், மனித மூளையானது ஒருவகை கணிப்பியந்திரமாகுமென்று உணர்த்துவதாயுள்ளன.

படி வழியிலான தேடல்

இந்தக் கருத்து வேரூன்றும் முன்னரே இது குறித்து ஐயப்பாடுகள் எழுப்பப்பட்டன. உடலியலாளர்கள்தான் இவற்றை எழுப்பினர். மூளையைக் கணிப்பியந்திரமாய்க் கருத அவர்கள் மறுத்ததற்குக் காரணம் இல்லாமற் போய் விடவில்லை. மூளை இடையறுது ஈடுபட வேண்டியுள்ள இயக்குச் செயற்பாடுகளையும் பிற வகையான செயற்பாடுகளையும் பற்றிய சில பிரச்சினைகளை ஆராய்ந்த நிபுணர்கள், இவற்றை நரம்பு மண்டலம் ''கணித்துக் கொண்டிருக்க'' நேர்ந்தால் ஒருநாளும் அதனால் இவற்றைச் சமாளிக்க முடியாதென்ற முடிவுக்கு வந்தனர். ஓரளவு எளிதான செயலை அவர்கள் பகுத்தாய்ந்தனர்: அதாவது பிலியார்ட் ஆட்டக்காரர் பந்தைக் குழிக்குள் தள்ளுவதற்குச் செய்ய வேண்டிய அங்க அசைவுகளைப் பகுத்தாய்ந்தனர். செயலைக் கணிப்பதற்குச் செய்ய வேண்டிய கணிதச் செய்மானங்களை, பந்தை எப்படி அடிக்கலாம் என்று நிதானிப்பதற்கு பிலியார்ட் ஆட்டக்கார

ருக்குள்ள குறுகிய நேரத்துக்குள் மூளையால் செய்து முடிக்க அறவே முடியாதபடி, அவை அவ்வளவு அதிகமாய் இருப்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டனர். தவிரவும் பல அசைவுகள் கணித முறையில் அணுக முடியாதவை; திரும்பத் திரும்ப அதே முறையில் நடைபெறுகின்றன என்றாலும் அவற்றுக்கு விவரமான செயல்திட்டம் வகுத்திட முடிவதில்லை. நமது அங்க அசைவுகளுக்குக் காரணமான தசைநார் சூட்சுமங்கள் செயல்திட்டம் வகுக்க முடியாதவாறு அவ்வளவு சிக்கலாகவும், உடலமைப்பு செயல்பட வேண்டியுள்ள நிலைமைகள் அவ்வளவு மாறுபடுவனவாகவும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் முன்கூட்டியே கணக்கிட்டு ஏற்பாடு செய்வது சாத்தியமன்று. மேலும் சாதாரணமாய் எந்தவொரு அங்க அசைவையும் பல வழிகளிலும் ஏற்படுத்தலாம்.

இந்நிலைமையில், நரம்பு மண்டலம் ஒரு வகைச் சோதனையில் இறங்கலாம் என்று தோன்றுகிறது. தசைநார்களின் சாத்தியமான செயற்பாடுகளில் குறிப்பிட்ட குறிக்கோளை மிகவும் சிக்கனமான வழியிலும் மிதமான நேரத்திலும் அடையக்கூடிய செயல் முறையை நரம்பு மண்டலம் இந்தச் சோதனையின் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கலாம் என்று தோன்றுகிறது. இதுவே மூளைக்குரிய செயல் என்று நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது. மூளையானது பல்வேறு தசைநார்களுக்கும் திறம்பட வேலைகளை வகுத்திடுவதில் முனைந்துள்ளதாகத் தெரிகிறது. அதாவது அது பல்வேறு செயல்முறைகளைச் சோதித்துச் சிறந்ததைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்கிறது.

தொழில்நுட்பத் துறையில் பல படிச் சுதந்திரமுடைய சிக்கலான அமைப்புகளை ஒழுங்கியக்குவது அவசியமாகும் போது இதையொத்த நிலைமைதான் ஏற்படுகிறது. இத்தகையப் பிரச்சினைகளுக்கு வழக்கமான கணித முறைகளைக்

கையாள முயன்றால் பல சந்தர்ப்பங்களிலும் தோல்வியே உண்டாகிறது. சைபர்னெத்தியர்கள் கூறுவது போல, இத் தகைய பிரச்சினைகள் செயல்திட்டமிடுவதற்கு ஏற்றவையல்ல.

இஸ்ரேல் கெல்பந்த், மிஹயீல் செய்த்லின் என்னும் இரு சோவியத் கணிதவியலாளர்கள் இந்த இக்கட்டான நிலை யிலிருந்து வெளிவருவதற்குரிய வழியைத் தேட முற்பட் டனர். தேவையான அளவினங்களைத் தானியங்கி முறையில் தேடிப்பிடிக்கும் இயந்திரம் ஒன்றை அமைத்திடுவதே அவர் களுடைய திட்டம். இந்தத் தானியங்கித் தேடலைப் பல வழி களில் நடத்தலாம்.

''குருட்டாம்போக்குத்'' தேடல் [random search] இதற் குரிய ஒரு வழியாகும். குறிப்பிட்ட பிரச்சினையில் அடங்கி யுள்ள எல்லா அளவினங்களிடையிலும் இந்தத் தேடல் நடை பெற்றாக வேண்டும். வேண்டிய அளவினம் கிடைக்கும் வரை தேடிச் சென்றாக வேண்டும். கிடைக்கப்பெறும் எல்லா எண் களையும் அலசி ஆராயும் இந்தச் செயலை சரிபார்த்துத் தவறு நீக்கித் தேர்வு செய்தலாகக் கொள்ளலாம். இச்செயலின் போது இயந்திரம் தான் ஒரு முறை செய்யும் தவறுகளைத் திரும்பவும் செய்யாது தவர்த்துக் கொள்ளும் பொருட்டு, அவற்றை ''மனப்பாடம்'' செய்து கொள்கிறது. இந்தச் செயல்முறை முற்றிலும் புள்ளியியல் [statistical] தன்மையில் அமைந்ததாகும்; அதாவது எந்த ஒரு முயற்சியும் தவறும் தேவையான எண்ணை எங்கே தேட வேண்டும் என்று குறிப்பு தெரிவிப்பதில்லை. வழக்கமான சைபர்னெத்திய இயந்திரங் கள் சாராம்சத்தில் முயற்சி—தவறு என்கிற செயல்முறை யின் அடிப்படையில் அமைந்தவையே. இவ்வழியில் அவை நூற்றுக் கணக்கிலும் ஆயிரக் கணக்கிலுமான எண்களையோ, சொற்களையோ, சுரங்களையோ அல்லது பொருத்தமான

வேறு எந்தக் கூறுகளையோ மிக வேகமாய் அலசி ஆராய்ந்து சரியான விடையைத் தேடிப் பிடிக்கின்றன.

நரம்பு மண்டலமும் அதன் எளிய வேலைகளை இதுபோன்ற முறையில்தான் செய்து முடிக்கிறது போலும். தசைநார் இழுவிசைகள், மூட்டுகளின் கோணங்கள் இவற்றின் பல்வேறு இணைவுகளையும் குருட்டாம்போக்கில் தேர்ந்தாய்ந்து, வேண்டிய பலனை அளித்திடும் இணைவு வரும்வரை சோதித்துச் செல்கிறது. தேர்ந்தாயும் இணைவுகள் எந்த அளவுக்கு நல்லவை, அல்லது மோசமானவை என்பதை மனப்பாடம் செய்து கொள்வதில் மூளை நேரத்தைச் செலவிட்டு விரயமாக்குவதில்லை. அளவினங்களின் பல்வேறு இணைவுகளையும் வேகமாய்ப் பரிசீலப்பதில்தான் அது கவனம் செலுத்துகிறது.

இம்மாதிரியான தேடலுக்கு ஆகும் செலவு மிதமிஞ்சியதாகிவிடுகிறது என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகின்றனர். இருந்தபோதிலும் இதைக் காட்டிலும் ஒழுங்கான முறையில் தேடுவதற்குப் போதிய அவகாசம் இல்லாத போது உடலமைப்பு இம்மாதிரியான தேடலில்தான் இறங்குகிறது. சூடான இஸ்திரிப் பெட்டியிலிருந்து வெடுக்கென கையை இழுத்துக் கொள்வது, அல்லது முதுகுக்குப் பின்னால் பட்டாசு வெடிக்கையில் திடுக்கிடுவது போன்ற சாதாரண மறிவினைகளுக்கு வேண்டிய அசைவுகள் இம்மாதிரிதான் நடைபெறுகின்றன. பெரும்பாலான பாதுகாப்புக்குரிய மறிவினைகளுக்கு இவ்வாறுதான் தீர்வு காணப்படுகிறது போலும்.

இதைக் காட்டிலும் சிக்கலான ''வட்டார வழியிலான'' தேடல் முறை மேலும் சிறப்பான பலன்கள் அளிக்க வல்லது. தசைநார்களது இழுவிசைகளில் குறிப்பிட்ட ஒரு தொகுதியை மூளை தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்கிறது. பிறகு அதன் அக்கம் பக்கத்துத் தொகுதிகளை ஆராய்ந்து சாலச்சிறந்த நிலையைத்

தேடிப்பிடிக்கிறது. வானொலிப் பெட்டியின் குமிழைத் திருப்பி இயைவிப்பது போன்றதாகும் இது. வேண்டிய ஒலி பரப்பு நிகழ்ச்சியை முதலில் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்கிறீர்கள்; பிறகு குமிழை இப்படியும் அப்படியும் திருப்பி தெளிவான ஒலி வரும்படி இயைவிக்கிறீர்கள். இந்தத் தேடல் முறையில் ஒவ்வொரு சோதனையும் பகுத்தாராயப்படுகிறது. இதன் பலாபலன்கள் அடுத்த சோதனைக்கான தொடக்க விவரங்களாய்ப் பயன்படுகின்றன. தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளப்பட்ட திசையில் தேடிச் செல்கிறீர்கள். தேவையான அசைவு படிப்படியாய்த் தரத்தில் மேம்படுகிறது. செயலின் போதே சிறப்பு நிலை கைவரப்பெறுகிறது. ஆகவே நேரம் விரயமாவதில்லை. அது மட்டுமல்ல, செயலின் பூர்வாங்க இடைநிலைப் பலன்களை மனப்பாடம் செய்வதற்கு மூளைக்கு அவகாசம் கிடைக்கிறது. அவ்வளவாய்க் கடினமில்லாத நிலைமைகளில், ஒப்பளவில் சாதாரணமான எளிய செயல்கள் சம்பந்தமாய் ‘வட்டார வழியிலான’’ தேடல் முறை கையாளப்படுகிறது போலும்.

குருட்டாம்போக்குத் தேடலைவிட இது அதிக திறனுடையது என்பது தெளிவு. ஆனால் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட தசைநார் இழுவிசைகளின் இணைவு போதிய அளவு பயனளிக்காமலும், இந்த இணைவுக்கு அருகாமையில் சிறப்பானது எதுவுமில்லாமலும் போகுமாயின் என்னுவது? இது போன்ற சந்தர்ப்பத்தில் முதற்கண் பல்வேறு அளவினங்களையும் அவற்றின் முக்கியத்துவத்துக்கு ஏற்ப முதனிலைக்குரியவை என்றும் இரண்டாம் நிலைக்குரியவை என்றும் வகைப் பிரித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஏனெனில் எந்த அங்க அசைவிலும் பல தசைநார்களும் மூட்டுகளும் பங்கெடுத்துக் கொண்டாலுங் கூட, அவற்றின் பங்கு ஒரே அளவுடையதாய் இருப்பதில்லை.

சில தசைநார்கள் செய்யும் பணியும், சில மூட்டுகளின் கோணத்தில் ஏற்படும் மாற்றமும் சிறிதாயிருப்பினும், குறிக் கோளை அடைவதில் அவற்றின் பலன் கணிசமாய் இருக்கக் கூடும். உதாரணமாய், சுட்டுவிரலால் மூக்கின் நுனியைத் தொட விரும்புகிறீர்கள் என்று கொள்வோம். தோள் அல்லது முழங் கை மூட்டின் கோணத்தில் மிகச் சிறிய திரிபு ஏற்படினும், அதன் விளைவாய் விரல் அது சென்றடைய வேண்டிய இலக் கிலிருந்து நெடுந் தொலைவு விலகிவிடலாம். மணிக்கட்டின் நிலை இங்கு அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல; அதை எளிதில் திருத்தம் செய்து கொண்டுவிடலாம். தேவையான ஓர் அசை வில் பிரதான பங்கு பெறும் தசைநார்களையும் மூட்டுகளையும் நிர்ணயம் செய்து கொண்டுவிட்டால், அந்த அசைவை ஏற் படுத்துவதற்கான ஆதார அசைவுகளின் சிறந்த இணைவைத் தீர்மானித்துவிட முடியும். இது எப்படி தீர்மானிக்கப் படுகிறது?

குருட்டாம்போக்குத் தேடலில் செய்யப்படுவது போல, தசைநார் இழுவிசைகளின் ஓர் இணைவு முதலில் தேர்ந்தெடுக் கப்படுகிறது. பிறகு வட்டார வழியிலான தேடலில் செய்யப் படுவது போல, அளவினங்களின் தொடக்க இணைவின் அருகா மையில் சிறப்பான திருத்த இணைவு கிடைக்குமா என்று பார்க் கப்படுகிறது. தொடக்க அளவினங்களிலிருந்து சிறிது தூரத் தில் குருட்டாம்போக்கில் புதிய அளவின இணைவு ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொண்டு, முன்பு செய்தது போலவே திரும்பவும் செய்யப்படுகிறது. இதன்பின் வருவதே மிக முக் கியக்கட்டமாகும்: திருத்தப்பட்ட இரு திருத்த இணைவுகளும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்பட்டு, பொருத்தக் குறைவான இணைவு நீக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இனி மூன்றாவது இணைவு ஒன்று தேர்ந் தெடுக்கப்படுகிறது — குருட்டாம்போக்கில் அல்ல, இது

வரை நடைபெற்ற தேடலின் விளைவை அடிப்படையாகக் கொண்டு தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறது. பன்முறை இதே போலத் திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது: தொடக்கத்தில் கிடைக்கக்கூடிய அளவினங்களின் இணைவுகளிலிருந்து குருட்டாம்போக்கில் நடைபெறும் தேர்வு, பிறகு வட்டார வழியிலான தேடல் மூலம் செய்யப்படும் திருத்தம், இதன்பின் ஒரு பெருந் தாவலும் அதைத் தொடர்ந்து மற்றொரு வட்டார வழியிலான தேடலும், கிடைக்கும் பலன்களுக்கு ஏற்ப மறுபடியும் ஒரு பெருந் தாவல் என்கிற வரிசையில் திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது.

இந்தத் தேடல் முறை ''படி வழியிலான'' தேடல் என்று பெயரிடப்பட்டது. இது மேற்கூறிய எளிய முறைகள் உள்ளடங்கியதே என்பதைக் காணலாம். இரண்டாம் நிலை அளவினங்கள் வட்டார வழியிலான தேடலின் மூலம் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன. செயலுக்கு முக்கியமான அடிப்படை அளவினங்கள் ''படிகளின்'' வழியில் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன.

''படிகள்'' சரியானபடி தேர்ந்தெடுக்கப்பட்டால், வட்டார வழியிலான தேடல் நடைபெற வேண்டிய அளவு குறைந்துவிடுகிறது. ஆகவே ''படிகளில்'' அதிக கவனம் செலுத்த முடிகிறது; தேடல் விரைவாக நடந்தேறுவதுடன் அதற்காகும் ''செலவும்'' குறைந்துவிடுகிறது. எட்டு அல்லது பத்து அளவினங்கள் பங்கு பெறும் ஓர் அசைவை உண்டாக்க, முன்னர் கூறிய எளிய இரு தேடல் முறைகளைக் கையாண்டால் ஆகும் செலவில் ஒரு சிறு பின்னமே''படி வழியிலான'' தேடல் முறைக்குப் போதுமானதாகிவிடுகிறது.

தேடலின் வேகமும் அதன் வெற்றியும் ''படிகளின்'' அளவையே பொறுத்துள்ளன. சரியாய்த் தேர்வு செய்யப்பட்ட ''படிகள்'', சிறு குன்றுகள்மீதும் உயரமான மலைகளைச்

சுற்றியும் பயணியை அழைத்துச் செல்கின்றன. வட்டார வழியிலான தேடலை நிறுத்திவிட்டு மற்ருெரு ''படியை'' மேற்கொள்வதென்று தீர்மானிக்குமுன், நிலைமையைச் சீர் தூக்கிப் பார்த்து மதிப்பிட்டாக வேண்டும். இதற்கு அவகாசம் தேவைப்படுகிறது. சிக்கலான தேடல் முறைகளில், காலத்தில் விலகியமைந்த நிகழ்ச்சிகளைப் பகுத்தாராய வேண்டியிருக்கிறது. ஒப்பளவில் இவை மெதுவாகவே நடைபெறுகின்றன; ஆனுல் சிறப்பான பலன்கள் தருகின்றன. எளிய தேடல் முறைகளில் ஒவ்வொரு கட்டமும் வேகமாய் நடந்தேறுகிறது; ஏனெனில் மதிப்பிட வேண்டிய நிகழ்ச்சிகள் காலத்தில் ஒன்றுக்கொன்று நெருங்கியமைந்தவை.

அப்படியாளுல், உள்ளுடலின் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைக் கூர்ந்து கவனித்து அவற்றின் சந்தத்தைப் பதிவு செய்வோமாயின், தேவையான அளவினத்தை நிர்ணயிக்கக் கையாளப்படும் முறை என்னவென்பதைக் கண்டுகொண்டுவிட முடியுமா? முடியும் என்றுதான் கணிதவியலாளர்கள் கூறுகிருர்கள். சுய-ஒழுங்கமைப்பு செய்து கொள்ளக் கூடிய இப்படிப்பட்ட தானியங்கிப் பொறி ஒன்றின் மின்னணுக் குழாய்களினுள் மின்விசைத் தூண்டல்களின் அதிர்வு எண் தெரியுமாயின், தீர்வு எம்முறையில் காணப்படுகிறது என்பதை நிர்ணயித்துவிட முடியும்.

ஊகித்துணரும் ஆட்டம்

கெல்பந்த், செய்த்லின் இவர்களது கணிதவியல் தத்துவம் தெரியவந்தபோதுதான் உடலியலாளர்களுக்கு, சிக்கலான நிலைமைகளில் மூளையானது கணிப்பைவிட தேடலையே மேற்கொள்கிறதென்ற கருத்து உதித்தது. இந்தக் கணித

வியல் தத்துவத்தை ஒத்த ஒன்றை ஏற்கனவே தாம் கண்டிருக் கிறோமே என்று அப்பொழுது அவர்களுக்கு நினைவு வந்தது. மூளையின் உயிர் மின்னோட்டங்களால் ஒழுங்கியக்கப்படும் செயற்கைக் கையை உருவாக்கிய குழுவினரில் ஒருவரான பேராசிரியர் விக்தர் குர்பின்கெல், உடல் எப்படி அசையா நிலையில் இருக்கிறதென்பதை ஆராய்வதில் பல ஆண்டுகள் செலவிட்டவர். அசையாமல் நேராய் நிற்பது பலரும் நினைக்கக் கூடியது போல அப்படி ஒன்றும் சுலபமான வேலையல்ல. மூளையானது இடையறாது முதுகெலும்பையும் கால்களின் தசைநார்களையும் ஒழுங்கியக்க வேண்டும். வெளித்தோற்றத் துக்கு எளியதாய்த் தோன்றும் இச்செயலில் அநேகமாய் உடலின் எல்லாத் தசைநார்களுமே பங்கெடுத்துக் கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. மிகப் பல படிச் சுதந்திரமுடைய சிக்கலான ஓர் அமைப்பின் ஒழுங்கியக்கத்திற்கு இது சிறந்த தோர் எடுத்துக்காட்டு. அதே நேரத்தில் இது உற்றுநோக்க வும் ஆராயவும் வசதியான ஒரு சோதனையாகும்; ஏனெனில் சம்பந்தப்பட்ட ஒவ்வொரு தசைநாரையும் கவனிக்க வேண் டியதில்லை. உடலின் ஈர்ப்பு மையத்தின் நிலையைக் கவனித்து வந்தாலே போதும். இம்மையத்தின் இடப் பெயர்ச்சிதான் உடலின் சாய்வுக்குக் காரணமாகும்.

நிற்கும் மனிதனது ஈர்ப்பு மையத்தின் நிலையைப் பேராசிரி யர் குர்பின்கெல் தீர்க்கமாய் ஆராய்ந்தார். இந்த ஆராய்ச்சி வியக்கத்தக்க முடிவுகளை அளித்தன. ஒருவர் ஆடாமல் அசையாமல் நின்றாலுங்கூட, அவருடைய ஈர்ப்பு மையம் தொடர்ந்து ஊசலாடிய வண்ணமுள்ளது. அது மட்டுமல்ல, பல்வேறு ஆட்களுக்கும் இந்த அலைவுகள் பெருமளவுக்கு ஒரே மாதிரியாக இருக்கின்றன; ஆளின் உயரம், பாத அணி பருமன் (அதாவது தாங்கி நிற்கும் தளத்தின் பரப்பு), அல்லது

அவருடைய எடையையும்கூட இது சார்ந்திருக்கவில்லை. எடையாலும் இந்த அலைவுகள் பாதிக்கப்படவில்லை என்பது மிகவும் விபரீதமான முடிவாகவே தோன்றியது. எடை கூட்டும் ஏற்பாடு ஒன்றின் துணை கொண்டு அவர் ஆளின் எடையை மாறச் செய்து தனி வகை சோதனைகள் பலவற்றை நடத்தினர். ஆனுல் முடிவுகள் மாருமல் அப்படியேதான் இருந்தன. நரம்பு மண்டலத்தின் செயலை ஒடுங்கச் செய்யும் மருந்துகளை அதிக அளவில் கொடுக்கும்போது மட்டும்தான், அந்த ஆளின் ஈர்ப்பு மையத்தினுடைய அலைவின் அதிர்வு எண்ணில் மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இவ்வாறு ஆடாமல் நிற்பதும்கூட ஒரு வகை அசைவே ஆகுமென்பதாகத் தெரிகிறது. கண்ணுக்குப் புலப்படாவிட்டாலுங்கூட இது சிக்கலானதோர் அசைவாகும். பார்வைக்கு அசையா நிலையாகத் தோன்றும் இது மூளையின் இடையருத செயற்பாட்டை மூடிமறைக்கிறது. கணப் பொழுதும் ஓய்வின்றி மூளை சாத்தியமான சிறந்த முறையில் தசைநார் இழுவிசைகளை ஒழுங்கு செய்தாக வேண்டியிருக்கிறது.

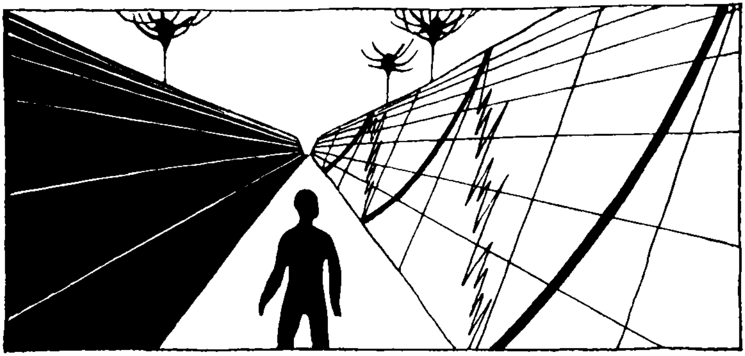
இது எப்படிச் செய்யப்படுகிறது? தேவையான தசைநார் விசைகளையும் மூட்டுக் கோணங்களையும் கணிப்பதன் மூலம் இதைச் செய்ய முடியாது என்பது தெளிவு. ஏனெனில் நேரே நிற்பதுங்கூட பிலியார்ட் பந்தைக் குழிக்குள் தள்ளுவது போன்ற சிக்கலான ஒரு பிரச்சினையே ஆகும். இது போன்ற கணக்கைப் போட்டு முடிப்பதற்கு நெடுநேரத்துக்கு முன்பே அசைவு தொடங்கிவிடுமென்பது ஏற்கனவே நமக்குத் தெரியும். ஆகவே தேவையான அளவினங்களை மூளை அனுபவ வாயிலாகவே நிர்ணயிக்கிறது என்ற முடிவுக்கே நாம் வர வேண்டியிருக்கிறது.

மூளை எம்முறையில் இவ்வளவினங்களைத் தேடிப் பிடிக்கிறது என்று ஊகித்தறிய முடியாதா? குர்பின்கெலும் செய்த்லினும் பணியாற்றும் உயிரியல் சைபர்னெத்திய ஆய்வுக்கூடத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் இதனைச் செய்வதில் தான் ஈடுபட்டிருக்கிறார்கள்.

நான் உயிர்பௌதிகவியல் கழகத்துக்குச் சென்றிருந்தேன். மனிதனிடத்தும் இயந்திரங்களிடத்தும் ''சிந்தனை'' எப்படி நடைபெறுகிறது என்பதை அறிவதற்காகத் திட்டமிடப்பெற்ற புதிய சோதனைகளை அதன் ஆராய்ச்சியாளர்கள் அப்பொழுதுதான் துவக்கியிருந்தனர்.

உடலின் ஈர்ப்பு மைய அலைவுகளுடைய பதிவுப் படம் மூளையின் செயற்பாட்டை வரைவடிவில் சித்தரித்துக் காட்டுகிறது. இது போன்ற ஓர் அமைப்பின் சந்தம் அதன் செயற்பாட்டு முறையைப் புரிந்து கொள்வதற்கான துப்புவாய் அமைகிறது என்பது நமக்குத் தெரிந்ததே. உடலின் ஈர்ப்பு மையம் மூன்று வகையான அலைவுகளுக்கு உள்ளாகிறதென்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது: வினாடிக்கு 8—10 என்பதான சிறு அலைவுகள்; இவற்றைக் காட்டிலும் பெரியவையும் மெதுவானவையுமான சுமார் ஒரு வினாடி ஆவர்த்தனக் காலமுடைய அலைவுகள், இறுதியாக, முப்பது முதல் அறுபது வினாடி வரையிலான ஆவர்த்தன காலமுடைய மெதுவான ஆட்டம் ஆகிய மூவகை அலைவுகள் காணப்பட்டன. மூன்று சந்தங்களும் தெளிவாக வரையறுக்கப்பட்டவை என்பதுடன் ஒன்றையொன்று சார்ந்திராது சுயேச்சை நிலையுடையனவாயும் இருக்கின்றன.

''வெவ்வேறான மூன்று நரம்பு அமைப்புகள் செயல்பட்டால் எப்படியோ அப்படி இருக்கிறது'' என்று பேராசிரியர் குர்பின்கெல் கூறினார். ''இம்மூன்றும் பல அடுக்குகளில்



அமைந்த மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் வெவ்வேறான மூன்று ஒழுங்கியக்கி மட்டங்களுக்கு உரியவை போலும்.

''மூன்று வகை அலைவுகளையும் பதிவு செய்து காட்டும் இந்த வளைகோட்டின் வடிவத்தைப் பாருங்கள்'' என்றார். ''இது உங்களுக்கு எதை நினைவுபடுத்துகிறது?''

இந்த வளைகோட்டுப் படத்தை நான் இதன்முன் கண்டதில்லை என்றாலும், ஏற்கனவே நான் அறிந்த ஒன்றை நினைவூட்டுவதாய் இருந்தது. வேகமான ஏற்றம், வளைந்து நெளிந்து கீழ்நோக்கிச் சரியும் துண்டுக் கோடுகளின் தொடர், திரும்பவும் திடீரென ஓர் ஏற்றம், மீண்டும் துண்டுக் கோடுகளின் தொடர்—இவ்வாறு இருந்த இது ''படி வழியிலான'' தேடலின் வளைகோட்டுப் படத்தைப் போன்றதாய் இருக்கிறதே என்று நினைத்தேன்.

''அப்படித்தான் இருக்கிறது'' என்று பேராசிரியர் குர்பின்கெல் ஊர்ஜிதம் செய்தார். சிந்தனையில் ஆழ்ந்தவராய் இப்படத்தை உற்று நோக்கியபடி அவர் கூறினார்: ''இவ்

வொப்புமை உடனே கண்ணைக் கவர்வதாயுள்ளது. வளை கோட்டின் செங்குத்து ஏற்றங்கள் 'படி வழியிலான' தேடலையும், சிறிய அலைவுகள் மிகவும் உகந்த சமநிலைப் புள்ளியைக் காண்பதற்கான 'வட்டார வழியிலான' தேடலையும் குறிப்பனவாய் நாங்கள் அனுமானம் செய்துள்ளோம். இக்கருத்துக்கள் சரிதானு என்று இப்பொழுது சோதிக்க முயன்று வருகிருேம்.''

விஞ்ஞானிகள் அவர்களுடைய கருதுகோள்களை நிரூபித்து நிலைநாட்டுவதில் முனைந்துள்ளனர். இதற்கிடையில் நாம் இவற்றிலிருந்து பெறக்கூடிய முடிவுகளைப் பார்ப்போம். முதலாவதாக, மூளையானது சாதாரண கணக்கீடு இயந்திரமல்ல என்பதை இவை உணர்த்துகின்றன. தொழில்நுட்ப மொழியில் ஒப்புக் கணப்பியந்திரங்கள் [analogue computers] எனப்படும் சைபர்னெத்தியப் பொறிகளையே அது அதிக அளவுக்கு ஒத்திருக்கிறது. இத்தகைய கணிப்பியந்திரங்களுக்கு இலக்க மொழியில் பெயர்த்திட வேண்டிய செயல் திட்டம் எதுவும் தேவையில்லை. கணக்குகள் போடுவதற்காக இவை உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. உதாரணமாய், கட்டிடத்தைத் திட்டகாலத்துக்குள் கட்டி முடிக்கக் கட்டிடத் தளத்துக்கு நாள்தோறும் கொண்டு போய்ச் சேர்க்க வேண்டிய கற்களின் எண்ணிக்கையைக் கணக்கிட்டுக் கூறுவதற்கு இவை உபயோகிக்கப்படுவதில்லை. இதற்குப் பதிலாய், ஊதுலையினுள் நிலவும் வெப்பநிலை, காற்று அழுத்தம், ஊதுலையில் இடப்படும் கனியின் இயைபு போன்ற விவரங்களை ஒப்புக் கணிப்பியந்திரத்துக்கு ஊட்டுகிருேம்; ஊதுலை உச்சத் திறனுடன் இயங்குவதற்கான நிலைமைகள் என்னவென்பதை ஒப்புக் கணிப்பியந்திரம் நமக்கு அறிவிக்கிறது. அல்லது ஆகாய விமானத்தின் வேகம், தலைக்காற்றின் வலிமை ஆகிய

விவரங்களை அதற்கு ஊட்டுகிறோம்; சாலச் சிறந்த முறையில் விமானம் பறப்பதற்குரிய நிலைமைகளை அது நிர்ணயித்துக் கூறுகிறது.

இத்தகைய சந்தர்ப்பங்களில் இந்த இயந்திரம் ''கணக்குப் போடுவதில்லை''. அது பௌதிக அளவினங்களைக் கையாளுகிறதேயன்றி, எண்களையல்ல. வெப்பநிலை அல்லது அழுத்தத்தின் அளவினங்களை அப்படியே கையாளவில்லை, இவ்வளவினங்களின்''ஒப்புகளையே'' கையாளுகிறது என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும். உதாரணமாய், கணிப்பியந்திரத்தின் உள்ளே உண்டாக்கப்படும் மின்னோட்டத்தின் ஆம்பியர் அளவால் வெப்பநிலையும், வோல்ட் அளவால் அழுத்தமும் குறிக்கப்படலாம். ஊதுலையிலோ, பூமியின் வளிமண்டலத்திலோ நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் ஒருவகை மின்னணு ஒப்பாய் இந்த இயந்திரம் செயல்படுகிறது. இந்த ''ஆட்டத்தில்'' பங்கு கொள்ளும் உறுப்புக்களை அது ஒவ்வொன்றாய்த் தேர்ந்தெடுத்து அதனால் உண்டாகும் பலன்களைப் பகுத்தாய்கிறது. உயர்நிலை பயனளிக்கும் அளவினங்களை வந்தடையும் வரை அது தொடர்ந்து பகுத்தாய்கிறது. அளவினங்கள் கிடைக்கப்பெற்றதும் நமக்கு அறிவிக்கிறது: ஊதுலை சிக்கனமாகவும் முழு ஆற்றலோடும் இயங்குவதற்கு வெப்பநிலையை எம்மட்டத்தில் வைத்திருக்க வேண்டும், அழுத்தம் எவ்வளவு இருக்க வேண்டும் என்பன போன்ற விவரங்களை அறிவிக்கிறது.

சில சமயங்களில் கணிப்பியந்திரம் ஒழுங்கு செய்யப்பட வேண்டிய அளவினங்களைத் தானே ஒழுங்கியக்கிக் கொள்ளும்படிச் செய்யப்படுவதும் உண்டு. அப்பொழுது அது மாறும் வெப்பநிலை அல்லது அழுத்தத்துக்கு ஏற்ப தொடர்ச்சியாகப் புது ஒப்புகளை அமைத்துச் செல்கிறது. உற்பத்திச்

செயல்முறைகளில் தேவையான திருத்தங்களைப் புகுத்தி, இவ்வாறு செயல்முறையை ஒழுங்கியக்கும் அமைப்பாய்ச் செயல்படுகிறது.

நமது மூளையும் ஓரளவு இது போன்ற முறையில்தான் செயலாற்றுகிறது. அதற்குள்ள ஒப்பிடற்கரிய திறமையுடன், நடைபெற வேண்டிய அசைவுக்கு ''மனத்துள்'' ஓர் ஒப்பை அமைத்திடுகிறது. உடலமைப்பின் ஒழுங்கியக்க ஏற்பாட்டின் வெவ்வேறு அடுக்குகளும் வெவ்வேறு வழிகளில் செயல்படுகின்றன. கீழ்நிலை அடுக்குகள் சாதாரணத் தானியங்கி விசைகளை ஒத்தவை. தேவையான தசைநார் இழுவிசை இணைவுகளை இவை குருட்டாம்போக்கில் தேடிப் பிடிப்பனவாகவே இருக்க வேண்டும். மேல் அடுக்கைச் சேர்ந்த இன்னும் சிக்கலான ஒழுங்கியக்கிகள் தேர்ந்தெடுக்கப்படும் அளவினங்களை ஓரளவு சீர்தூக்கிப் பார்க்கவும், வட்டார வழியிலான தேடலின் மூலம் அவற்றைச் செம்மை செய்யவும் திறனுடையவை போலும்.

மூளையின் உச்ச அடுக்குப் பிரிவுகள் சிக்கல் மிகுந்த பகுத்தாய்வுகளைச் செய்து நெடுந் தொலைவு விலகி நிற்கும் அளவினங்களையும் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து அவற்றின் மாறுபாடுகளில் பொதுப் போக்கைக் கண்டறிந்து கொள்கின்றன. கணிப்புகள் செய்து பார்க்காமலே அனுபவ வழியில் அவை இதைச் செய்கின்றன. நமது மூளையானது ''படி வழியிலான தேடல்'' முறையைக் கையாளும் ஒப்பு அமைப்பாகும் என்பது அளவுகடந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்த கண்டுபிடிப்பாகும். இது மேலும் மேலும் ஊர்ஜிதமாகி வருகிறது. ''படி வழியிலான தேடல்'' குறித்துப் பிற்பாடு நாம் திரும்பவும் பரிசீலிப்போம். இப்பொழுது, அடுத்தபடி என்ன நடைபெறுகிறது என்பதைப் பார்ப்போம்.

மூளைப் புறணி இயக்குப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு கண்டு விட்டால் மட்டும் போதாது. அதாவது கையை நீட்டி மேஜையில் கோப்பையை எடுக்க எந்தத் தசைநார்கள் எந்தத் தருணத்தில் சுருங்க வேண்டுமென்பதை அது சோதனை மூலம் நிர்ணயித்தால் மட்டும் போதாது. இந்த அசைவால் நேரிடப் போவது என்னவென்பதையும் அது முன்கூட்டியே அறிந்தாக வேண்டும். அதாவது அது வருவதை அறிந்து, நிகழ்காலத்துக்கு மட்டுமின்றி வருங்காலத்துக்கும் ஓர் ஒப்பை உருவாக்கிக் கொண்டாக வேண்டும். இதன் பொருள் நமது மூளை ஞானக்கண்ணுடையதாய் இருக்க வேண்டுமென்பதல்ல! இங்கு சில வாக்கியங்களை வாய்விட்டு உரக்கப் படித்துப் பாருங்கள். நீங்கள் உச்சரிக்கும் அசைகளைத் தாண்டி உங்கள் கண்கள் முன்னால் ஓடிக்கொண்டிருப்பது தெரிகிறதா? அடுத்த கணத்தில் தான் என்ன செய்ய வேண்டியிருக்கும், ''அ'' அல்லது ''இ'' என்ற ஓசையை உச்சரிக்க முகத்திலும் குரல் வளையிலுமுள்ள எந்தத் தசைநார்களை இயக்க வேண்டியிருக்கும் என்று நிர்ணயிக்கும் பொருட்டு மூளை எப்பொழுதும் சற்று முன்னால் ஓடி, இனி நடைபெறப் போவதைத் தெரிந்து கொள்கிறது.

அல்லது ஒரு கவிதையை மனத்துள் ஒப்பித்துப் பாருங்கள். உங்கள் மனத்துள் இணையான இரு வாசகங்கள் நினைவோடுவதைக் காண்பீர்கள். நீங்கள் ஒப்பிக்கும் வாசகம், பின்னணியில் ஒருவகை உள்மன நினைவூட்டி ஒருவரால் ஒப்பிக்கப்படுவது போலத் தோன்றும் இதே வாசகத்தின் சற்று முன்னதாக அமைந்த மற்றொரு பதிவு ஆக இரண்டையும் காண்பீர்கள்.

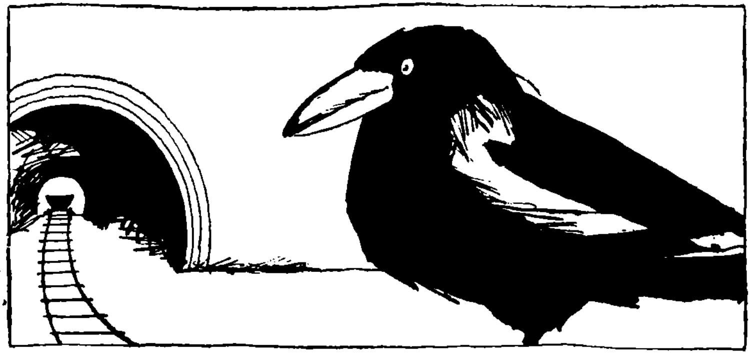
மூளையானது தக்க தகவலைச் சேகரித்துப் பகுத்தாய்ந்து ஒரு செயல்திட்டம் வகுப்பதோடு நிற்பதில்லை. தனது செயல்

களால் விளையக்கூடிய பலன்களை முன்கூட்டியே நிதானிக்கவும் செய்கிறது. இந்த அந்த நிகழ்ச்சிப்போக்கினுல் ஏற்படக் கூடியதை மதிப்பிடுவதன் வாயிலாய் இதனைக் குத்து மதிப்பாகவே நிதானிக்க முடியும். இந்த நிதானிப்பு வருங் காலத்தினுள் அதிகத் தொலைவுக்குச் செல்லச் செல்ல அதில் பிழையும் மேலும் மேலும் அதிகமாகிச் செல்கிறது.

முன்னேக்கிப் பார்வையைச் செலுத்தும் இந்த ஆற்றல், மனமறிந்து செய்யப்படும் செயல்களின் விளைவுகளை முன் கூட்டியே நிதானிக்கும் இந்தத் திறன், மனிதர்கள், பிராணி கள் ஆகிய உயிருள்ள எல்லாச் சுய ஒழுங்கியக்கி அமைப்பு களுக்குமுரிய இன்றியமையாத ஒரு பண்பாகும்.

முன்பு நான் மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தில் லியொனீத் குருஷீன்ஸ்கிய் செய்து காட்டிய சுவையான ஒரு சோதனையைக் கண்ணுற்றேன்.

விளையாட்டு ரயில்பாதையில் உணவுத் தொட்டி ஒன்று மெள்ள நகர்ந்து செல்கிறது. இந்த உணவைக் கொத்தித் தின்றபடி ஒரு காக்கை அதன் பின்னுல் தத்திச் செல்கிறது. தொட்டி குகைப் பாதையினுள் மறைந்துவிடுகிறது. காக்கை திகைத்து நிற்கிறது. தொட்டியின் பின்னுல் செல்ல வேண்டுமென்று அந்தக் குறுகலான குகைக்குள் தலையை நுழைக்க முயலுகிறது. ஆனுல் இம்முயற்சி பலிக்காது என் பதைத் திடீரென உணர்ந்து கொண்டுவிட்டது போல, குகை யின் எதிர்வாயிலுக்கு ஓடோடி வருகிறது. அலகைத் திறந்து கொண்டு இறக்கைகளை விரித்துக் கொண்டு அவசர அவசர மாய் எதிர்வாயிலுக்கு வந்து, தொட்டி எப்பொழுது வெளியே வருமென்று அடங்கா ஆவலோடு காத்துக் கொண்டு நிற்கிறது. குகைக்குள் எட்டி எட்டிப் பார்க்கிறது. வேறு எங்கும் பார்க்க அதற்கு விருப்பமில்லை.



தொட்டி நகர்ந்து வரும் பாதையை அந்தக் காக்கை மனத்துள் ''கணித்து வரைந்து கொண்டுவிட்டது'' போல நமக்குத் தோன்றுகிறது. நிச்சயம் தொட்டி எதிர்வாயிலில் வருமென்று அது காத்துக் கொண்டிருக்கிறது.

·மெய்யாகவே இந்தக் காக்கை தெரியாத பல அளவினங் களைக் கொண்ட அசைவியக்க [kinematic] கணக்குக்கு விடை கண்டுவிட்டது. ஏனெனில் அந்தத் தொட்டி சிறிது நேரத் துக்குக் கண்ணுக்குத் தெரியாமல் மறைந்துவிட்டது; அது நகர்ந்து சென்ற வேகத்தையும் திசையையும் கொண்டு திரும் பவும் அது எங்கே வெளித்தோன்றும் என்று காக்கை முன் கூட்டியே நிதானிக்க வேண்டியதாயிற்று. கணித மொழியில் சொல்வதெனில், அது இயக்க விதியை அறிந்து உடனடியான வருங்காலத்தில் தொட்டியின் பாதையை அவ்விதியைப் பயன்படுத்திக் கணிக்க வேண்டியதாயிற்று.

இந்தக் கணிப்பைக் காக்கை தன்னையறியாமலே செய்த தென்பது கூறுமலே விளங்கும். இந்தக் கணிப்புப் பணி

யைச் செய்தது காக்கையின் நரம்பு மண்டலமேயன்றி காக் கையல்ல என்று நாம் கூறலாம். இந்தப் பணியை அது வெற்றிகரமாய்ச் செய்து முடித்தது என்பதில் சந்தேகமில்லை. ஆயினும் விசேஷ சிந்தனை ஆற்றல் தேவைப்படவில்லை. இது போன்ற செயல்களின் வெற்றி தோல்வி முற்றிலும் அந்த உயிரினத்தின் நரம்பு மண்டலத்தினுடைய வளர்ச்சி நிலையை யே பொறுத்தது. உதாரணமாய், புறுக்களும் வாத்துக்களும் வருவதை நிதானிக்கும் ஆற்றலற்றவை என்றே சொல்ல வேண்டும். காக்கைகளும், இன்னும் அதிக அளவுக்குப் பூனை களும் நாய்களும் இந்த ஆற்றலைப் பெற்றுள்ளன. மனித னிடம் இது அதன் உச்சநிலை வளர்ச்சியைக் கண்டிருக்கிறது.

''வருவதுரைக்கும்'' ஒரு வகை சாதனம் மூளையிடம் இருக்கிறதென்ற கருத்து பொறியாளர்கள் அல்லது கணித வியலாளர்களிடமிருந்து தோன்றியதாகத் தெரிகிறது. ''உயி ரமைப்புகளில் இத்தகைய 'முன்னறிந்து கூறும் ஏற்பாடு' உண்டென்பதை நிரூபிப்பது உடலியலாளர்களுக்குரிய பணி யாகும்'' என்று சைபர்னெத்தியர் ஒருவர் எழுதினார்.

மனிதனுடைய மத்திய நரம்பு மண்டலத்தை ஆராயும் உடலியலாளர்கள் இது குறித்து என்ன நினைக்கிறார்கள்?

சைபர்னெத்தியப் பயிற்சி

பேராசிரியர் பியோத்தர் அனோஹின் முதுபெரும் சோவியத் உடலியலாளர். இவான் பாவ்லவின் சீடராகவும் கூட்டாளியாகவும் இருந்தவர். நரம்பு சைபர்னெத்தியம் என் பதாகப் பேரவை விஞ்ஞானி பெர்க் அழைத்திடும் துறையில் அவர் ஒரு முன்னோடியாகத் திகழ்பவர். நரம்பு மண்டல ஆராய்ச்சியில் அவர் நாற்பது ஆண்டுக் காலத்தைச் செல

விட்டிருக்கிறார். உயிருள்ள மூளையைப் பற்றி வேறு யாரையும்விட அவர் அதிகம் அறிந்தவர் என்று சொல்லலாம். பேராசிரியர் அனோஹின் நடப்பு உலகிலிருந்து ஒதுங்கி ''பளிங்குக் கோபுரத்தின்'' உச்சியிலுள்ள விஞ்ஞானியல்ல. 1917 ருஷ்ய சோஷலிசப் புரட்சியைத் தொடர்ந்து நடைபெற்ற உள்நாட்டு யுத்தத்தில் அவர் பங்குகொண்டவர். கடந்த உலக யுத்தத்தின்போது இராணுவ மருத்துவமனைகளில் வேலை செய்தார்; காயமுற்று நரம்பு மண்டலத்தில் கோளாறு ஏற்பட்டுவிட்ட பலருக்கும் அரிய முறையில் அறுவை மருத்துவம் செய்தார். புதுமுறை காணும் சிறந்த ஆய்வாளரான அனோஹின் பேராற்றல் படைத்த ஆசிரியருமாவார். பல ஆண்டுகளாய் மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தில் விரிவுரையாற்றி வருகிறார். சோவியத் உடலியலாளர் மரபின் முதல்வராய்ப் போற்றப்படுகிறார். இவரிடம் பயின்ற நூற்றுக் கணக்கானோர் நாடெங்கிலும் ஆய்வுக்கூடங்களிலே பணி புரிந்து வருகின்றனர். எழுபது வயதான பேராசிரியர் அனோஹின் இளந் தலைமுறையினரிடம் அளவிலா நம்பிக்கை வைத்திருக்கிறார். முக்கியமான ஆராய்ச்சிகளை எல்லாம் சிறிதும் தயங்காமல் இளம் மக்கள் கையில் ஒப்படைக்கிறார். அனோஹினுடைய கூட்டாளிகளிடையே, முன்பு பாவ்லவின் காலத்திலேயே அனோஹினுடன் சேர்ந்து வேலை செய்த டாக்டர் நீனா ஷுமிலினா முதல் இன்று அவரிடம் பயிலும் மாணவர்களைவிட அதிக வயதானவராகத் தோன்றாத இளம் விஞ்ஞானி விளாதீமிர் பொலியான்த்செவ் வரையிலாக மிகப் பலரையும் காண்கிறோம். பல்கலைக் கழகத்தில் விரிவுரையாற்றுவதோடு, அனோஹின் உடலியல் கழகத்திலும் புர்தேன்கோ நரம்பறுவைக் கழகத்திலும் பணியாற்றுகிறார்; மற்றும் சர்வதேச உடலியலாளர் சங்கத்தின் செயற்குழு உறுப்பினருமாவார்.

''இத்தனை வேலைகளில் ஈடுபட்டுள்ள இவர் எங்கே கிடைக்கப் போகிறார்'' என்று நினைத்தபடி நான் முதன் முதலாய்த் தொலைபேசியில் அவருடைய எண்ணை 'டயல்' செய்தேன். ''வெடுக்கென பேசும் செயலாளர் ஒருவர் பேராசிரியர் வேலையாய் இருக்கிறார் என்று சொல்லி ரிசீவரை வைத்து விடுவார்'' என்று எதிர்பார்த்தேன்.

ஆடவர் குரல் தொலைபேசியில் பதிலளிக்கவே நான் திடுக்கிட்டுவிட்டேன். என் காதை நம்பாமல் ''பேராசிரியர் அனோஹினா?'' என்று விசாரித்தேன். அது எனக்கு ஏற்பட்ட முதலாவது இனிய அதிர்ச்சி. அவருக்கு வரவேற்பு அறையோ, செயலாளரோ, செயலாளர் மேஜையோ, தொலைபேசி இணைப் போகூட கிடையாதென்பது தெரிய வந்தது. பேராசிரியர் அனோஹினுடைய அலுவலகத்தில் மேஜைகளில் எல்லாம் புகைப்படங்களும் அச்சுப்படித் திருத்தப் பிரதிகளும் பல் வேறு மொழிகளிலான பிரசுரங்களும் புத்தகங்களும் ஏகமாய் இறைந்து கிடந்தன. சுவர்கள் நெடுகப் புத்தக அலமாரிகள். நூலகத்துக்குள் நுழைந்த மாதிரி இருந்தது. ஆனால் என்னை வரவேற்றவர் எவ்வகையிலும் புத்தகப் புழுவாகத் தோன்ற வில்லை. கலகலப்பாய் ஆர்வமாய்ப் பேசினார்; வாட்டசாட்டமாய், நான் சிறிதும் எதிர்பாராத விதமாய்ச் சுருட்டை முடிகளுடையவராகவும் சுறுசுறுப்பு மிக்கவராகவும் இருந்தார். உட்காராமலே பல்வேறு காகிதங்களையும் அங்குமிங்கும் நடந்தபடியே படித்தார். ஒன்றைப் படித்து முடித்ததும் அதனை வைத்துவிட்டு கணப் பொழுதுகூட வீணாக்காமல் மற்றொன்றை எடுத்துக்கொண்டார். தொலைபேசி மணியடித்தது; அவர் தலைவராயுள்ள உடலியலாளர் கழகத்தின் கூட்டம் நடைபெறப் போவது குறித்து யாரோ அவருக்கு நினைவு படுத்தினார். கழகத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் முடிவின்றி

வரிசையாய் அலுவலகத்தினுள் வந்து சென்று கொண்டிருந் தனர். நடைபெற்றுள்ள வேலைகள் குறித்து அவரிடம் கூறினர், குறிப்புகளையும் விவரப் படங்களையும் கொண்டு வந்து கொடுத்தனர். பெரிய போர்த்திட்டத்துக்குத் தயார் செய்யும் தலைமையகத்தில் இருப்பதுபோல இருந்தது எனக்கு.

''இப்பொழுதுதான் நான் இங்கு வந்து சேர்ந்தேன், அதனால்தான் இத்தனை பேர் வரிசையாக வருகிறார்கள்'' என்று மன்னிப்பு கேட்கும் குரலில் அனோஹின் விளக்கினார்.

ஆயினும் இந்த வேலைகளின் புயலில் பேராசிரியர் அனோஹின் சிறிதும் தயக்கமின்றி தானும் இழுக்கப்படும்படி விட்டதைக் கண்டபோது, இவை அவசர நேர வேலைகளல்ல என்பதை உணர்ந்தேன். அவசரம் எதுவுமில்லை, வழக்கமான அன்றாட வேலை மும்முரம்தான் என்பது தெரிந்தது. புயலுக்கு முன்னதாகக் காணக்கூடிய அமைதி போல இருந்தது. பெரிய நிகழ்ச்சிகள் நடைபெறப் போவதை உணர்ந்து எல்லோரும் ஆவலோடு காத்திருந்தால் எப்படியோ அப்படி இருந்தது. இன்று இந்நிகழ்ச்சிகள் அருகாமையில் எங்கோ நடை பெற்றுக்கொண்டிருக்கின்றன, நாளை அவை இங்கேயே நடை பெறும்.

''நேரமாகிவிட்டதே, சோதனை ஆரம்பித்திருப்பார்களே'' என்று அனோஹின் திடீரெனக் கூறினார். ''சைபர்னெத்திய சோதனை ஒன்றைப் பார்ப்பதற்காக அல்லவா இன்று உங்களை வரச் சொன்னேன். நேரே நீங்கள் ஆய்வுக்கூடத் துக்குப் போங்கள்.''

என்னை ஆய்வுக்கூடத்துக்கு அழைத்துச் சென்றார்கள். அனோஹினின் சீடரும் சகாவுமான விளாதீமிர் பொலியான்த் செவும் பல மாணவர்களும் அங்கு சோதனை நடத்துவதற்காக ஒரு முயலைத் தயார் செய்து கொண்டிருந்தனர். அது மல்

லார்ந்து படுத்திருந்தது; பாதங்கள் மேஜையுடன் கட்டப்பட்டிருந்தன; தலை பின்னுக்கி இழுத்து வைக்கப்பட்டிருந்தது. அதன் கழுத்தின் தோல் கிழிக்கப்பட்டு தொண்டைக் குழாய் வெளியே தெரிந்தது. தொண்டைக் குழாயின் இரு புறத்திலும் பளபளக்கும் இரு வெள்ளை நரம்பு இழைகள் தெரிந்தன. அவற்றில் ஒன்றுடன் மெல்லிய கம்பி இணைக்கப்பட்டிருந்தது.

''நரம்பு கூறும் தகவலைக் கேட்டுத் தெரிந்து கொள்கிறோம்'' என்று பொலியான்த்செவ் விளக்கினார். முயல் படுத்திருந்த மேஜை ஒரு பெரிய வலைக் கூண்டினுள் இருந்தது. நீளமான கம்பி ஒன்று பொலியான்த்செவுக்கு முன்னால் தொங்கிக் கொண்டிருந்தது. அதை எங்கே கட்டி வைக்கலாமென்று அவர் சுற்றிலும் பார்த்தார். கூண்டின் உச்சியில் அதை மாட்டினார். நான் கூண்டுக்குள் செல்வதற்காகக் காலை எடுத்து வைத்தேன், ஆனால் பொலியான்த்செவ் வேண்டாமென்று தடுத்தார்.

''இங்கே வர வேண்டாம், இந்தக் கம்பிகளுக்கிடையே சிக்கிக் கொள்வீர்கள்'' என்றார்.

கூண்டின் கதவு மூடப்பட்டது. வெள்ளை அங்கியும் டாக்டர் குல்லாயும் அணிந்த பொலியான்த்செவும் முயலும் கூண்டுக்குள் அடைக்கப்பட்டனர். அந்த அறை உடலியல் ஆய்வுக் கூடத்தைக் காட்டிலும் பௌதிகவியல் ஆய்வுக்கூடத்தையே அதிகம் ஒத்திருந்தது. மேஜைகள்மீது பல அலைவுமானிகள் [oscilloscopes] இருந்தன. அவற்றின் திரைகள் சாலைப் போக்குவரத்துப் பச்சை விளக்குகளைப் போல பிரகாசித்தன. அவற்றில் தெரிந்த நடனமாடும் கோலக் கோட்டுகளுக்கு இணைவான வளைகோடுகளைக் கொண்ட நீளமான காகிதத் துண்டுகள் ஒரு மேஜையின்மீது கிடந்தன. பலவண்ணக் கம்பிகள் முயல் கூண்டிலிருந்து அலைவுமானிகளுக்கும் எனக்குப்

பக்கத்தில் கர்முர்ரென்று விநோத முறையில் குமுறிக் கொண்டிருந்த பெட்டிக்குமாய் அறையின் குறுக்கும் நெடுக்குமாய்ச் சென்றன. இருந்தாற்போல் அந்தப் பெட்டியில் 'கிளிக்' என்று சப்தம் கேட்டது; அதன் முகப்பில் உடனே சிவப்பு விளக்கு எரியத் தொடங்கிற்று.

''சரி, இதோ சோதனை ஆரம்பமாகிறது'' என்று கூறிக் கொண்டு பொலியான்த்செவ் கூண்டுக்குள்ளிருந்து வெளியே வந்தார். ஒளிரும் வளைகோடுகள் திரையிலே கூத்தாடிய ஒரு அலைவுமானி அருகே சென்றார். ''சுவாச மையத்துக்கு எப்படி மறுபயிற்சி அளிக்கலாம் என்பதைக் காட்டுவதே நமது இன்றைய சோதனையின் நோக்கம்.'' சில குமிழ்களைத் திருகினார். ''சுவாச மையத்திலிருந்து நரம்புத் தூண்டல்களை ஈர்த்து இந்தத் திரையிலே தெரியும்படிச் செய்கிறோம்.'' இது போன்ற எளிய விவரங்களையும் விளக்கிச் சொல்லி நேரத்தை வீணாக்க வேண்டியிருக்கிறதே என்று அலுப்புடன் என்னைப் பார்த்தார். பிறகு சீக்கிரமாய்ச் சொல்லித் தீர்த்துவிடுவோம் என்கிற முறையில் வேகமாய்ப் பேசினார். ''முயலுக்கு மயக்க மருந்து கொடுத்திருக்கிறோம். உங்களுக்கு அந்தப் பக்கத்தில் இருப்பது நுரையீரல் இயந்திரம். இந்த வால்வு வழியே செல்லும் காற்றின் ஓட்டத்தை அதிகரித்தோ, குறைத்தோ முயலின் சுவாச விகிதத்தைச் செயற்கை முறையில் ஒழுங்கியக்க முடியும். முயலையே தனக்கு வேண்டிய சுவாச விகிதத்தைத் தானே தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ளும்படியும் செய்யலாம்.''

பொலியான்த்செவுக்குச் சிறிது சிறிதாய் ஆர்வம் அதிகமாயிற்று. அவருடைய வெண்ணிற டாக்டர் குல்லாய் பின் தலைக்கு நழுவிவிட்டது. பொன்னிற முடி சரிந்து சரிந்து கண்களில் விழுந்தது. கைகளை வீசியபடி அலைவுமானியிலிருந்து

நுரையீரல் இயந்திரத்துக்கும் பிறகு திரும்பவும் அலைவு மானிக்கும் நடந்தார்.

''சுவாச நரம்பு மையம் எப்படி வேலை செய்கிறதென்று இதில் கண்ணெதிரே காண்கிறோம். இதனை மேலும் தெளிவாகப் புலப்படச் செய்யும் பொருட்டு, உயிரமைப்பை மிகவும் இக்கட்டான நிலைமைகளில் இருத்துகிறோம். உதாரணமாய், உதரவிதானத்தை [diaphragm] செயல்படாமல் நிற்கச் செய்கிறோம். சுவாச நரம்பு மையம் ஒன்றின்பின் ஒன்றாய் உத்தரவு அனுப்புகிறது, ஆயினும் அது சுருங்குவதாயில்லை. பிறகு என்ன நடக்கிறது? இதோ பாருங்கள்.''

முயலின் நுரையீரலுக்குக் காற்று வழங்கும் வால்வை பொலியான்த்செவ் மூடினார். இயந்திரம் தளபுளவென இரைவது நின்றுவிட்டது.

''மூச்சின்றி முயல் திணறும்.'' இளம் ஆராய்ச்சியாளர் கண்களைச் சுளித்துக் கொண்டார். ''உயிரமைப்பு ஒரு நிவாரண வழியைத் தேட முற்படும். சுவாசத் தசைநார்கள் சுருங்கவில்லையாதலால் பிற தசைநார்களைச் சுருங்கச் செய்து பார்க்கும். மூளையிலுள்ள சுவாச மையம் ஒருவகை அபாய அறிவிப்பை அனுப்புகிறது எனலாம்.''

முயலின் கால்களில் உதறல் ஏற்பட்டது; அதன் உடல் முழுதும் நடுங்கி ஆடிற்று.

''பார்த்தீர்களா? அது சாக விரும்பவில்லை, உயிருக்காகப் போராடுகிறது'' என்றார் பொலியான்த்செவ். ''இப்பொழுது நாம் நுரையீரல் இயந்திரத்தைக் கால் தசைநார்களுடன் இணைத்திடுகிறோம். இந்தத் தசைநார்கள் சுருங்குகையில் இயந்திரத்தில் வால்வு திறக்கப்பட்டு சிறிதளவு காற்று கிடைக்கிறது. உடனே மூளையானது உய்யும் வழியாய்

அமைந்த இந்தக் கடைசித் துரும்பைக் கெட்டியாகப் பற்றிக் கொண்டு, போதிய அளவு காற்று கிடைக்கும் வண்ணம் கால் தசைநார்களுடைய சுருங்குதல்களை ஒழுங்கியக்கத் தொடுங் குகிறது.'' பொலியான்த்செவ் என் பக்கம் திரும்பி, ''தனது காலைக் கொண்டு அது நுரையீரல் இயந்திரத்தை இயங்கச் செய்கிறது பாருங்கள்'' என்ருர்.

ஆம், முயல் தனது காலைச் சந்தம் தவருது உதறிக் கொண்டிருந்தது. நுரையீரல் இயந்திரம் திரும்பவும் உயிர் பெற்று இயங்கத் தலைப்பட்டுவிட்டது. காலின் உதறலுக்கு இணைவாய் அது தளபுளத்து இறைந்து இயங்கிற்று: முதலில் மெதுவாக—ஒன்று, இரண்டு என்றும்—பிறகு வேகமாய்—ஒன்று-இரண்டு, ஒன்று-இரண்டு, ஒன்று-இரண்டு என்றும்—இயங்கிற்று.

''முயல் சுவாசிப்பதைப் பாருங்கள், காலைக் கொண்டு சுவாசிப்பதைப் பாருங்கள்!'' என்று பொலியான்த்செவ் ஆனந்தக் கூச்சலிட்டார். அலைவுமானியிடம் ஓடி அதன் திரையைக் கூர்ந்து கவனித்து ஏதோ ஒரு விசையைச் சரி செய்தார். பிறகு தடங்கல் குறுக்கிட்டதும் வாய்க்குள் முணு முணுத்துச் சபித்துக் கொண்டார். நான் நிற்பதை மறந்து விட்டு, எதைப் பற்றியோ ஆழ்ந்த முறையில் சிந்தனை செய்த படி, என்னுடைய கேள்விகளுக்கு அரைகுறையாய் ஏதோ பதிலளித்தார். இடையிடையே கண்களை உயர்த்தி, நாங்கள் என்ன பேசினேம் என்று மேல் தளத்தை வினவுவது போல மேலே உற்று நோக்கினர். பிறகு உரையாடலின் விவரம் ஞாபகத்துக்கு வரும். அதற்குள் மறுபடியும் அலைவுமானி யின் திரைப் பக்கம் திரும்பிப் பார்த்துவிட்டு, முயலின் நடத் தைக்கேற்ப முணுமுணுத்துக் கொள்வார், அல்லது திருப்தி யடைந்தவராய் வாய்க்குள் இராகம் பாடிக் கொள்வார்.

பிறகு திடுக்குற்று விழித்தெழுந்து, ''நீங்கள் என்ன கேட்டீர்கள்'' என்பார்.

பேட்டி முடிவை நெருங்கிவிட்டதென்பதை உணர்ந்து நான் மெள்ள அங்கிருந்து நழுவினேன். ஆயினும் மீண்டும் மீண்டும் அவ்விடத்துக்குத் திரும்பி வந்து, நரம்பு மையங்களுக்கு ''மறுபயிற்சி'' அளித்திடுவது பற்றிய இந்த அரிய சோதனையின் நோக்கத்தையும் விவரங்களையும் தெளிவாகப் புரிந்து கொள்ள முயன்றேன். இந்தச் சோதனையை முதன் முதலாய் பியோத்தர் அனோஹின் முப்பது ஆண்டுகளுக்கு முன்பு நடத்திக் காட்டினார். பிற்பாடு இது மூளை ஆராய்ச்சியில் ஓர் ஒப்பற்ற முறையாகவிட்டது.

கண நேரத் தேவன்

அனோஹின் இளைஞராய் இருந்தபோது அவருடைய இன்றைய மாணவர்களைப் பிற இயல்புகளில் ஒத்திருந்தாரா இல்லையா என்பது எனக்குத் தெரியாவிட்டாலும், எப்படியும் ஓர் இயல்பில் நிச்சயம் ஒத்திருந்தார் என்று உறுதியாய்ச் சொல்வேன். அதாவது அவரும் இராப்பகலாய்த் தமது ஆய்வுக்கூடத்தை விட்டகலாது இருந்தவர்தான் என்று, ஏதேனும் தவறு நேர்ந்துவிட்ட போதும், இன்னுங்கூட முக்கியமாய் அவருடைய சோதனை நன்கு நடைபெற்றபோதும் ஊண் உறக்கமின்றி அங்கேயே தங்கிவிட்டவர்தான் என்று உறுதியாய்ச் சொல்வேன். அத்தனை ஆர்வத்தோடு அவர் பாடுபட்டிராவிடில், இன்று அவர் இருப்பது போல ஒரு பெரிய விஞ்ஞானியாகப் பெயரெடுத்திருக்க முடியாது. அந்நாட்களில் அவருடைய ஆய்வுக்கூடம் இன்று அதனிடமுள்ள

மின்னணு இயந்திர சாதனங்களை ஒத்த எதையும் அறிந்த தில்லை. மேலும் அவருடைய ஆய்வுக்கூடம் அன்று கோர்க்கி யில் இருந்ததேயன்றி இன்று போல் மாஸ்கோவில் அல்ல.

அனோஹின் ஒரு நாயைச் சோதனையில் அமர்த்தி, சுவாச மையத்துக்கும் ஊறுணர்வு மையத்துக்கும் செல்லும் நரம்பு களை மாற்றி இணைத்தார். இப்புலன்களிலிருந்து குறியறிவிப்பு கள் இதன் விளைவாய்த் தவறான நரம்பு மையங்களுக்குப் போய்ச் சேர்ந்தன. இதனால் சில விநோத விளைவினைகள் ஏற்பட்டன. அவர் நாயின் காலைத் தொட்டபோது அது இரு மிற்று; அதன் முதுகைத் தடவிக் கொடுத்தபோது அதற்குக் குமட்டலெடுத்தது; அதைத் தொடாமல் நின்றபோது அது தனது மூச்சின் சந்தத்துக்கு இசைவாய் முன்னங்காலை ஆட்டிற்று. ஆனால் உண்மையில் இதில் விநோதம் ஒன்றுமில்லை; ஏனெனில் ஊறுணர்வு நரம்புப் பாதைகளின் வழியே சென்ற தூண்டல் சுவாச மையத்துக்கு, அதாவது வயிற்றைச் சுருங்கச் செய்வதற்குப் பொறுப்பான மூளை மண்டலத்துக்குப் போய்ச் சேர்ந்தன.

பிற்பாடு சிறிது சிறிதாய் நாயின் நடத்தை சரிப்படலா யிற்று. அதாவது நரம்பு மையங்கள் ''மறு பயிற்சி'' பெற்று, உயிரமைப்பு சரியாய் இயங்குவதற்குத் தாம் செய்ய வேண் டிய புதிய பணிகளைச் செய்யக் கற்றுக் கொண்டுவிட்டன. ஆனால் சம்பந்தப்பட்ட நரம்பு மையங்களுக்குத் தமது உத்தரவுகள் தவறான இடத்துக்குப் போய்ச் சேர்கின்றன என்கிற தகவல் தெரிவிக்கப்பட்டாலொழிய அவை இவ்வாறு புதிய பணிகளைக் கற்றுக் கொள்வது சாத்தியமல்ல. இந்தத் தகவல் அவற்றுக்குத் தெரிவிக்கப்படுகிறது, விளைவறிவிப்புக் கான சிறந்ததோர் ஏற்பாடு உயிரமைப்பில் அமைந்திருக் கிறது என்பதை இன்று நாம் அறிவோம். இளைஞர் அனோ

ஹினுக்கு அன்று விளைவறிப்பு ஏற்பாடு என்ற கருத்து ஞானோதயமாய் இருந்தது.

அவருடைய இந்தக் கண்டுபிடிப்பும் நிக்கலாய் பெர்ன்ஷ்டைனுடைய ஆராய்ச்சிகளும் ஏறத்தாழ ஒரே காலத்துக்குரியனவாகும். இவர்கள் இருவரும் இருவேறு ஆராய்ச்சிகளின் மூலம் ஒரே மாதிரியான முடிவுகளை வந்தடைந்தனர். பெர்ன்ஷ்டைன் மனிதர்களின் இயக்குச் செயற்பாட்டைப் பகுத்தாய்ந்ததன் மூலமும், அனோஹின் பிராணிகளின் நரம்பு மையங்களுக்கு ''மறுபயிற்சி'' அளிப்பது சம்பந்தமான தமது சோதனைகளின் மூலமும் இம்முடிவுகளை வந்தடைந்தனர்.

நடைமுறையில் இதுவே சைபர்னெத்தியத்தின் துவக்கமாய் அமைந்தது. இயந்திரங்களில் விளைவறிவிப்பு ஏற்பாடு இதற்கு நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே தெரிந்திருந்தது. இதையொத்த ஒழுங்கியக்க ஏற்பாடு இப்பொழுது உயிர்வகைகளிலும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவிட்டது. இவ்வேற்பாடு உயிரமைப்புகளின் அத்தியாவசியக் கூறுக உருவாகி வளர்ச்சியுற்றிருந்தது. செயலின் விளைவுகளைப் பற்றிய தகவலை ஒழுங்கியக்க மையத்துக்குத் தெரிவிக்கும் இந்த விளைவறிவிப்பு ஏற்பாடுதான், உயிர்வகைகளை முடிவின்றி மாறிக் கொண்டிருக்கும் சுற்றுச்சார்புக்குத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொள்ள, அதாவது அவை அழியாது நிலைக்கத் துணை புரிகிறது.

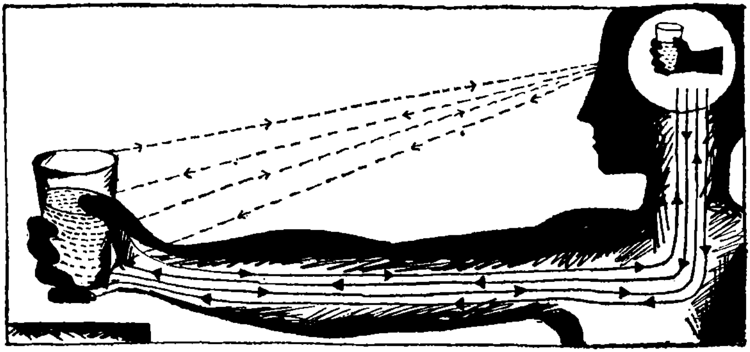
மூடப்பெற்ற சுற்றுன விளைவறிவிப்பு சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுக்குப் பொதுவான கோட்பாடாகும் என்பதே இதிலிருந்து தெரிய வரும் முடிபு. ஆனால் துரதிஷ்டவசமாய் மூலக் கண்டுபிடிப்புகள் செய்யப்பட்டு மிகப் பல ஆண்டுகள் கழிந்த பிறகே இந்த முடிபு எடுத்துரைக்கப்பட்டது. ஆகவே சைபர்னெத்தியம் 1948ல் பிறந்ததாய் அதிகாரபூர்வமாய்க் கருதப்பட்டு வருகிறது.

உயிரமைப்புகளின் கட்டமைப்பு, செயற்பாடு இவற்றின் மர்மங்களை உடலியலாளர்கள் மேலும் மேலும் ஆழமாய் ஆய்ந்தறிந்தபோது, உயிருள்ள ஒழுங்கியக்க அமைப்புகளுக் கும் இயந்திர ஒழுங்கியக்க அமைப்புகளுக்கும் ஒத்திசைவு மேலும் மேலும் குறையக் கண்டனர். விளைவறிவிப்பை உதாரணமாய் எடுத்துக் கொள்வோம்.

செயலின் விளைவுகளைப் பற்றிய தகவலைச் சேகரிக்க வேண்டியதன் அவசியத்தை நரம்பு மையங்களுக்கு ''மறு பயிற்சி'' அளிக்கும் சோதனைகள் தெளிவாய் நிரூபித்தன. செயலின் விளைவுகள் குறித்து புலன் உறுப்புகள் மத்திய நரம்பு மண்டலத்துக்குத் தகவல் அளிக்கின்றன. ஆகவே மத்திய நரம்பு மண்டலம் செயலின் பலாபலன்கள் என்ன வென்று மதிப்பிட்டுக் கொள்ள முடிகிறது. இவ்வாறு மதிப் பிட வழி இல்லையேல், உயிரமைப்பால் அதன் முறையான நடத்தையை ஒருநாளும் திரும்பவும் வந்தடைய முடியாது. அனோஹின் நடத்திய சோதனையில் அறுவைக்குப் பின் அந்த நாய் தாறுமாறான முறையில் நடந்து கொண்டது போலவே தான் தொடர்ந்து நடந்து வந்திருக்கும்.

மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்படும் விளைவறிவிப்புத் தகவல் பலதரப்பட்டதாயினும், பிராணியின் நடத்தையில் இத் தகவல் ஆற்றும் பங்கிற்கேற்ப இதனை ஓரளவு திட்டவட்ட மான சில தனி வகைகளாய்ப் பிரித்திடலாம்.

தண்ணீர் டம்ளரை எடுக்கக் கையை நீட்டுகிறீர்கள். கையின் இந்த அசைவுடன் கூடவே, சம்பந்தப்பட்ட தசை நார்களிடமிருந்து இடையறாது தொடர்ந்து மூளைக்குச் செய்திகள் போய்ச் சேருகின்றன. ஒவ்வொரு தருணத்திலும் யாவும் திட்டப்படி நடந்தேறுகின்றனவா என்று இச்செய்தி களின் மூலம் மூளை தகவல் தெரிந்து கொள்கிறது. கையில்



செயல்படும் இழுவிசைகள் சரியானபடி இருக்கின்றன, சம்பந்தப்பட்ட தசைநார்கள் தக்கபடிச் சுருங்கிவிட்டன, டம்ளரைப் பிடித்துக்கொள்வதற்கு ஏற்ற ஒழுங்கான நிலையைக் கை வந்தடைந்துவிட்டது என்பன போன்ற விவரங்களை எல்லாம் அது தெரிந்துகொள்கிறது. ''ஒழுங்கமைப்புத்'' தகவல் என்பதாய்க் கூறக்கூடிய இத்தகவல் மிக முக்கியமானதாகும். இது இல்லாமல் எந்தச் செயலையும் செய்ய முடியாது.

''துரதிஷ்டவசமாய் இந்த ஒரு வகைத் தகவலை மட்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டு, உயிரமைப்புகளிலும் இயந்திரங்களிலும் செயல்படும் விளைவறிவிப்பு ஏற்பாடுகள் ஒப்பிடப்படுவதை அடிக்கடி பார்க்கிறோம்'' என்று பேராசிரியர் அனோஹின் குறிப்பிடுகிறார். ''ஆனால் இவ்வகைத் தகவல் இயல்பாகவே செயலின் விளைவுகள் குறித்து நரம்பு மண்டலத்துக்குத் தெரியப்படுத்தவில்லை. கையின் நிலையும் சம்பந்தப்பட்ட ஏற்பிகளிடமிருந்து கிடைக்கும் குறியறிவிப்புகளும் கை பிடித்துக் கொண்டது டம்ளரையா அல்லது கோப்பையையா என்பது பற்றி விவரம் தெரிவிக்கவில்லை.''

ஆயினும் டம்ளரால் ஏற்படும் உறுணர்ச்சி, வெப்பநிலையால் உண்டாகும் தூண்டல், தண்ணீருள்ள டம்ளரின் எடை, முடிவில் கட்புலனின் தகவல் இவை எல்லாம் சேர்ந்து குறிக்கோள் ஈடேறிவிட்டதை நரம்பு மண்டலத்துக்கு அறிவிக்கின்றன. இவ்வாறு நடப்புத் தகவலுடன்கூட செயலின் விளைவுகள் பற்றிய பல்வேறு வகைப்பட்ட செய்திகளும் மூளைக்கு வந்து சேருகின்றன. இவை சேகரிக்கப்பட்டு மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்படுவது, முழு அசைவும் நடந்து முடிவுற்ற பிறகல்ல; அசைவின் அடுத்தடுத்த ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் உடனுக்குடன் இவை மூளைக்குத் தெரிவிக்கப்படுகின்றன. அடியிற் கண்ட சோதனை இதற்கு ஓர் எடுத்துக்காட்டு.

நீர்த் தேள் என்பது குளங்களிலும் ஏரிகளிலும் சர்வ சாதாரணமாய்க் காணக்கூடிய புராதன வகைப் பூச்சி. இது கூடுமானவரை சிரமின்றி உணவு தேடிக் கொள்கிறது. தன் பிடிக்கு எட்டும்படி எதாவது சிறிய பூச்சி அருகில் வரும்வரை காத்திருக்கிறது. பிறகு காலை நீட்டி இரையைப் பற்றி வாய்க்குள் தள்ளிவிட்டுக் கொள்கிறது. அதனுடைய இந்தச் செயல் முற்றிலும் தானியங்கி முறையில் நடைபெறுகிறது. இந்தத் தேளின் கண்களையும் மத்திய நரம்பு முடிச்சையும் (இதுவே அதற்கு மூளையாகச் செயல்படுகிறது) விட்டுவைத்து விட்டு வாயை மட்டும் அகற்றிவிடுவோமாயின், அப்பொழுதும் அது இதே செயல்முறையைச் செய்கிறது: இரையைப் பற்றிக் கொண்டு நேரே அதைத் தன் வாய் இருக்கவேண்டிய இடத்துக்குக் கொண்டு வருகிறது; உடனே அப்படியே செயலற்று ஸ்தம்பித்துவிடுகிறது. திறப்பதற்கும் இரையை உள்ளே தள்ளுவதற்கும் வாய் இல்லாமற் போகவே, தேள் முடிவின்றி அதே நிலையில் அசைவற்று நிற்கிறது.

வாய்க்குப் பதிலாய் தேள் அதன் இரையைப் பற்றிக்

கொள்ளும் காலின் நுனியைத் துண்டித்துவிட்டு இதே சோதனையை நடத்தலாம். அப்பொழுது அது இரையைப் பற்றுவதற்காகக் காலை நீட்டுகிறது; பிறகு காலை வாய் அருகே கொண்டுவராமல் அப்படியே நிற்கிறது.

முதல் சோதனையில், இரையைப் பற்றிக்கொள்ளும் கால் செயலற்று அசையாது அப்படியே நிற்கக் காரணம் என்னவெனில், தாடைத் தசைநார்களிடமிருந்து நரம்பு மையத்துக்குச் செய்தி எதுவும் வரவில்லை. செயலை முடித்திட அதற்கு இச்செய்தி அவசியமாகும். இரண்டாவது சோதனையில் நீர்த்தேள் அதன் முன்கால் அசைவைப் பூர்த்தி செய்யாமல் செயலற்றுவிடுகிறது: காரணம், இரையைப் பிடித்தாகிவிட்டது என்று நரம்பு மையத்துக்குச் செய்தி இல்லை. இரு சந்தர்ப்பங்களிலும் செயலைத் தொடர்ந்து நடத்திச் செல்வதால் பயன் ஏதும் இல்லை.

விளைவறிவிப்புத் தகவலின் முக்கியத்துவத்தை வலியுறுத்துவதற்காக, பேராசிரியர் அனோஹின் நரம்பு சைபர்னெத்தியம் பற்றிய தமது நூல் ஒன்றில் இந்த உதாரணத்தை விவரிக்கிறார். பல கூறுகளையுடைய ஓர் அசைவின் ஒவ்வொரு கட்டத்திலும் மத்திய நரம்பு மண்டலம் அசைவைத் தொடர்ந்து செய்யும்படி உத்தரவிடுவதற்கு முன்பு, மேலும் செயல்படலாம் என்ற குறியறிவிப்பு அதற்கு அளிக்கப்பட்டாக வேண்டும். இது இரண்டாவது வகைத் தகவலாகும். அனோஹின் இதனை அனுமதி அளிக்கும் அல்லது அதிகாரம் அளிக்கும் தகவல் என்று அழைக்கிறார்.

மிக முக்கியமான இத்தகவலை மூளை இனங் கண்டுகொண்டாக வேண்டும்; முன்னதாக வரையறுக்கப்பட்ட செயல்திட்டத்தைத் தொடர்ந்து பின்பற்ற நிலைமைகள் அனுமதிக்கின்றனவா என்று அது தெரிந்து கொண்டாக

வேண்டும். யாவற்றுக்கும் மேலாய், செய்து முடிக்கப்பட்டது செய்ய நினைத்தது போல் நடைபெற்றிருக்கிறதா, அல்லது ஏதேனும் தவறு நிகழ்ந்துள்ளதா என்று அது நிர்ணயம் செய்தாக வேண்டும். உடலமைப்பு இதனைச் சங்கடமின்றிச் செய்துவிடுகிறது. தண்ணீர் டம்ளரை விட்டுவிட்டு அதற்குப் பக்கத்திலுள்ள ஒரு புத்தகத்தை நீங்கள் எடுத்துவிட்டால், உடனே உங்கள் தவறைக் கண்டு கொண்டு விடுகிறீர்கள். இதை நீங்கள் தெரிந்து கொள்ளுமுன்பே, உங்கள் கை பின்னுக்கு வந்து திரும்பவும் செயலைத் தொடங்குகிறது. நீங்கள் உணருமுன்பே தவறை மூளை பதிவு செய்து கொண்டுவிடுகிறது. இது எப்படி நடைபெறுகிறது?

''ஒரு செயலைச் செய்யுமுன் மூளை அதிலிருந்து என்ன விளைவை எதிர்பார்க்கலாமென்று மதிப்பிட ஏற்பாடு செய்துக் கொள்வதாகவும், மதிப்பீடு செய்யப்பட்ட விளைவுடன் நடைமுறையில் உண்டாகிய விளைவை ஒப்பிட்டுச் சரி பார்த்துக் கொள்வதாகவும் தெரிகிறது'' என்று பேராசிரியர் அனோஹின் கூறுகிறார்.

''செயல் அங்கீகாரி'' என்று அனோஹின் அழைக்கும் இந்த மேற்பார்வை ஏற்பாடு செயல்திட்டத்தையும் அதன் நிறைவேற்றத்தையும் வெறுமனே ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதுடன் நின்று விடுவதில்லை; யாவும் செவ்வனே நடைபெறுகின்றன என்று அது மூளைக்கு அறிவிக்கிறது; மூளை இத்தகவலின்பேரில் செயல்படுகிறது. ஏதோ ஒரு காரணத்தால் அங்க அசைவானது வேண்டிய விளைவை ஏற்படுத்தத் தவறுமானல், செயல் அங்கீகாரி ''அதிகாரத்தை'' மேற்கொண்டு ஒழுங்கு செய்கிறது. இந்த ஏற்பாடு மறிவினைகளைக் கண்காணித்து, சரியான திசையில் சென்று தேவையான விளைவை உண்டாக்குவதற்கு அவற்றுக்கு வழிகாட்டுகிறது. நமது புலன் உறுப்புகளிட

மிருந்தும் தசைநார்களிடமிருந்தும் தகவல்கள் செயல் அங்கீகாரியிடம் வந்து குவிகின்றன. செயல் அங்கீகாரி உடலின் இந்த ஏற்பிகளிடமிருந்து வந்து சேரும் விவரங்களைத் தேவையான மதிப்புகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து, செயலானது அதன் நோக்கத்தை அடைய எதனைச் சரிசெய்ய வேண்டுமென்று நிர்ணயிக்கிறது.

நாம் நாடும் பொருளைத் தவருமல் எடுக்கிறேம். நமது செயல்களில் இருக்கக்கூடிய தவறைத் தெரிந்து கொண்டு அதனைத் திருத்துகிறேம். நமது செயற்பாடு முடிவு காண்கிறது, தொடர்பில்லாமல் தனித்தனியே நிற்கும் செயல்களது கோவையாக அது சிதைவதில்லை. மிகுந்த நுட்பத்திறத்துடன் அது நிலைமைகளுக்கு இசைவானபடி பொருத்தமைவு செய்யப்படுகிறது; ''வீண் செலவு'' செய்யப்படுவதில்லை. ஒரு தனி ''திறனாய்வு'' அமைப்பினுல் ஒவ்வொரு செயலும் பயனுடையதுதானு என்று சரிபார்க்கப்படுகிறது. சிக்கனச் சீரமைப்புக்கான இந்த ஏற்பாடு பரிணும வளர்ச்சியின் வாயிலாய் உருவாகலாயிற்று. உயிரமைப்பின் எந்தவொரு மறுவினையும் பல்வேறுபட்ட பாங்குகளிலும் அமையலாம். உயிரினம் அழியாது நிலைக்கவும், சுற்றுச்சார்புக்குத் தகவமைத்துக் கொள்ளவும் துணை புரிவனவற்றைத் தேர்ந்தெடுப்பது முக்கியத்துவம்வாய்ந்ததாகும். கீழ்நிலைப் பிராணிகளில் வினைவினையின் பயனுடைமை ஒழுங்கியக்க மையங்களையும் செயல் உறுப்புகளையும் இணைக்கும் வினைவறிவிப்பு அமைப்பின் மூலம் சரிபார்க்கப்படுகிறது. மேல்நிலைப் பிராணிகளில், முக்கியமாய் மனிதனிடத்தில், அசைவுகள் சிக்கலானவையாய், பல்வேறு பட்டனவாய் இருப்பதால், எண்ணற்ற வினைவறிவிப்புப் பாதைகளில் வந்து குவியும் பெருமளவிலான தகவலைப் பரிசீலிக்க ஒரு தனிவகை சூட்சுமம்—அதாவது,

செயல் அங்கீகாரி — அவசியமாகிவிடுகிறது. செயலின் விளைவை இந்த சூட்சுமம் முன்கூட்டியே ஊகிக்க வேண்டியிருப்பதால், கடந்த சில காலமாய் நிரம்பப் பேசப்பட்டுள்ள வருவதறியும் சூட்சுமம் இதுவே என்று கொள்ளலாம்.

ஆனால் மெய்யாகவே இது இருக்கிறது என்பதற்கான சான்று எதுவும் இதுகாறும் மூளையில் காணப்படவில்லை. இந்த மர்மமான செயல் அங்கீகாரி என்பது எது? இதுவரை கண்டுபிடிக்கப்படாமலே மூளையில் இருந்துவரும் பிரத்தியேக வகை நரம்பணுக்களின் தொகுப்பா? அல்லது வெவ்வேறு நரம்பணுத் தொகுப்புகள் தேவை ஏற்படும்போது செயல் அங்கீகாரியாய் வேலை செய்து வருகின்றனவா?

இரண்டாவதாகக் கூறப்பட்ட கருத்தே பெருமளவுக்குச் சரியானதாய் இருக்கும் போலத் தோன்றுகிறது. ஏனெனில் வருவதறிந்து கூறும் பணியின் தன்மை வெவ்வேறு நிலைமைகளில் வெவ்வேறானதாகவே இருக்கும். இவ்வாறாக நரம்பணுக்களின் ஏதேனும் ஒரு தொகுப்பு சில பிரத்தியேக சந்தர்ப்பங்களுக்குப் பொருந்துமாறு வருவதறிந்து கூறும்படி ''கண நேர தேவனைத்'' தேர்ந்தெடுக்கப்படலாம். உரிய செயல் செய்து முடிக்கப்பெற்றதும் அதன் ஆட்சிக்காலம் முடிவுற்று, புதிய தேவன் ஒருவன் பொறுப்பேற்கிறான்.

''செயல் அங்கீகாரி'' அல்லது வருவதறிந்து கூறும் சூட்சுமம் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டதானது, மூளையைச் சாதாரண வகைப்பட்ட சைபர்னெத்திய அமைப்பாக, ''கூர்மதியுடைய'' அதன் இயந்திர இணைகளிலிருந்து அதிகம் வேறுபடாத அமைப்பாகக் கொள்ளும் கருத்துக்குக் கிடைத்த முதலாவது அடியாகிவிட்டது. இதைத் தொடர்ந்து மேலும் பல அதிர்ச்சிகளும் காத்திருந்தன.

மர்ம இடங்கள்

மூளை விவரப் படங்களில் காலியாய் விடப்பட்ட இடங்கள் இருந்தன. முன்புற மடல்களிலும் பொறி மடல்களிலும் அமைந்த இவ்விடங்கள் எவ்வகையான தூண்டலுக்கும் விளை வினை செய்யவே இல்லை. கட்புலன், செவிப்புலன், ஊறுணர்வு மையங்கள் தூண்டப்பெற்றபோது நிகழ்வது போல, இவ் விடங்களுடன் மின்வாயை இணைத்து மின்தூண்டல் அளித்த போது, சோதிக்கப்படுவோருக்கு வெட்டொளி, குமுறல் ஒலி அல்லது மெய் சிலிர்த்தல் போன்ற உணர்ச்சிகள் ஏற்பட வில்லை. பிறகு ஒருநாள் கனேடிய ஆராய்ச்சியாளர் டபிள்யூ. ஜி. பென்பீல்ட் [Penfield] மிகக் குறைவான மின்னேட்ட முள்ள மின்வாயை ஒருவரின் பொட்டுகளுடன் இணைத்தார். பழைய நினைவுகளின் ஒலி, ஒளிப் பதிவுகள் அவர் தலைக்குள் திருப்பிக் காட்டப்படுவது போல் அவருக்குத் தோன்றியது. மிகப் பல ஆண்டுகளுக்கு முற்பட்ட காட்சிகள், ஓசைகள், எண்ணங்கள், உணர்ச்சிகள் எல்லாம் உயிர்பெற்று எழுந்து அவர் மனத்துள் தெளிவாய் இழையோடின. மின்வாய் நீக்கப் பட்டதும், அல்லது மின்னேட்டம் துண்டிக்கப்பட்டதும், உடனே இவை யாவும் மறைந்துவிட்டன.

பேராசிரியர் பென்பீல்ட் சுவையான பல சோதனைகளை விவரிக்கிறார். ஒருவருடைய பொட்டுடன் மின்வாயை இணைத் ததும், பியானோ வாத்திய இசை அவருக்குக் கேட்டதாம். இந்தத் தூண்டல் திரும்பவும் அளிக்கப்பட்டபோது பாட்டுப் பாடும் குரல் அவர் காதில் ஒலித்தது, அந்த மெட்டும்கூட அவர் ஏற்கனவே கேட்டிருந்ததாய்த் தோன்றியது. மீண்டும் தூண்டல் அளிக்கப்பட்டதும், அந்தப் பாட்டு தான் பார்த் திருந்த ஓர் இசை நாடகத்தின் பாடல்களில் ஒன்றுகுமென்று

அவர் சொன்னார். நெற்றிக்கு நான்கு சென்டிமீட்டர் அருகே மின்வாய் நகர்த்தப்பட்டதும், அவர் முன்னொரு காலத்தில் தான் பார்த்திருந்த பாட்டில் கம்பெனி விளம்பரமும் ரொட்டிக் கிடங்கு விளம்பரமும் நினைவுக்கு வருவதாய்க் கூறினார். இது தன்மனத் தூண்டலால் தோன்றும் கற்பனையல்ல என்று உறுதி செய்து கொள்வதற்காக, பென்பீல்ட் தான் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துவதாய் அவரிடம் கூறிவிட்டு, உண்மையில் செலுத்தாமலே, இப்பொழுது என்ன தெரிகிறது என்று அவரைக் கேட்டார். ''ஒன்றும் தெரியவில்லை'' என்று அவர் பதிலளித்தார்.

இந்த நினைவுகள் தாமாகவே உண்டாகின்றன என்பதையும், மூளையின் பொறி மடல்கள் தூண்டப்படுவதன் விளைவுகளாகும் என்பதையும் இந்த சோதனை உறுதி செய்கிறது. சிலருக்கு இந்தத் தூண்டலால் ஏற்பட்ட மனப் பிரமைகள் மெய்யாகவே தம் கண்ணெதிரே அவை நடக்கின்றன என்று அவர்கள் நினைக்கும்படியாய் அவ்வளவு தத்ரூபமாய் இருந்தன. உதாரணமாய்ப் பொறி மடலில் அதே இடத்தில் மின்வாய் பொருத்தப்படும் போதெல்லாம் ஒரு பெண் ஒரே பாட்டு திரும்பத் திரும்ப ஒலிக்கக் கேட்டாள். மின்னோட்டம் துண்டிக்கப்பட்டதும் பாட்டு நின்றுவிட்டது; திரும்பவும் மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டதும் பாட்டு நின்ற இடத்திலிருந்து திரும்பவும் ஒலித்தது. அந்தப் பெண் தன் காதுக்குள் ஒலித்த அந்தப் பாட்டின் மெட்டை, பேராசிரியர் பென்பீல்ட் கேட்டுக் கொண்டதற்கு ஏற்ப, மெள்ள வாயால் இசைத்துக் காட்டினாள். கண்ணுக்குத் தெரியாத வாத்தியக் குழுவின் இசையைப் பின்தொடர்ந்து இசைப்பது போல ராகம் பாடினாள். ஆய்வுக்கூடத்தில் இசைப் பெட்டி பாடுவதாகவும் அதைப் பின்தொடர்ந்து தானும் இசைப்பதாகவுமே அந்தப்

பெண் நினைத்தாள். என்ன செய்தும் அவளிடமிருந்து இந்த நினைப்பை அகற்ற முடியவில்லை.

எப்பொழுதும் இந்த மனப்பிரமைகள் அறவே மறக்கப் பட்டுவிட்டதாய்த் தோன்றிய பழைய அனுபவம் ஒன்றைப் பற்றியனவாகவே இருந்தன. இத்தகைய ஒரு சோதனையின் போது, ''டாக்டர், என் நண்பர்கள் சிரிப்பது எனக்குக் காதில் விழுகிறது!'' என்று ஒருவர் ஆச்சரியமடைந்து கூச்ச லிட்டார். அவர் ஆச்சரியமடையக் காரணம் என்ன என்று கேட்டபோது, தற்போது தான் கானடாவில் இருப்பது நன்கு தெரிந்திருந்துங்கூட தென் ஆப்பிரிக்காவிலுள்ள தனது சுற்றத்தாருடன் கூடி தானும் சிரிப்பதைக் காண்பதே காரணம் என்றார்.

பொறி மடலின் வெவ்வேறு அடுக்குகள் வெவ்வேறு வகை நினைவுகளுக்குக் காரணமாய் இருப்பதாகத் தோன்று கிறது. நெடுங் காலத்துக்கு முற்பட்ட நிகழ்ச்சிகளை மேல் அடுக்குகள் நினைவூட்டுகின்றன. இந்த அடுக்குகளை அடியோடு அகற்றிவிட்டாலுங்கூட அண்மைக் கால நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய நினைவுகள் பாதிக்கப்படுவதில்லை. இவற்றுக்குப் பதில் அடி அடுக்குகளுக்குச் சேதம் ஏற்படின், அண்மைக் கால நிகழ்ச்சிகளை மறக்க வேண்டியதாகிவிடுகிறது; ஆனால் தொன்மைக் கால நினைவுகள் மறைவதில்லை; மின்வாயைப் பொருத்தி இவற்றைக் கிளர்த்திவிட முடிகிறது. அப்படி யானால், பொறி மடல்தான் மூளையின் தகவல் களஞ்சியம் அல்லது நினைவு மையமா?

இல்லை என்கிறார் பேராசிரியர் பென்பீல்ட். அவ்வாறு கொள்வது அளவு மீறி எளிதாக்குவதாகிவிடும். நிகழ்ச்சி கள் ''பதிவு செய்யப்பட்டிருப்பது'' மூளையின் பிற பகுதி களிலேயன்றி இங்கல்ல. இந்தப் பிற பகுதிகள் பொறி

மடலுடன் நெருங்கிய இணைப்பு கொண்டுள்ளன. மின்விசைத் தூண்டலால் பொறி மடலின் ஒரு பகுதி கிளர்த்திவிடப்பட்டதும், இப்பகுதி அந்தத் தூண்டலைத் தொன்மைக் கால நினைவுகள் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடத்துக்கு அஞ்சல் செய்கிறது. பொறி மடல்கள் நமது தலைக்குள் நாடா ஒலிப் பதிவுக் கருவியின் விசையைத் தட்டிவிடுவதாகக் கொள்ளலாம். நினைவுகளை இவை நமது நினைவுக் களஞ்சியங்களிலிருந்து கிளறியெடுக்கின்றனவே ஒழிய, தம்முள் சேமித்து வைத்திருக்கவில்லை.

இந்தக் ''களஞ்சியங்கள்'' எப்படிப்பட்டவை? ஒழுங்கமைப்பில் மூளைக்கும் ஒரு சைபர்னெத்திய இயந்திரத்துக்கும் இடையிலுள்ள வேறுபாடுகளில் தலைமையானதாகக் கருதக் கூடியதை இங்கு நாம் வந்தடைகிறோம். மின்னணு இயந்திரத்தைப் போல் மனித மூளை ஒரு தனி ''நினைவுச் சேமிப் பகத்தைக்'' கொண்டிருக்கவில்லை. எப்படியும், இது போன்ற ஒன்று இதுவரை மூளையில் கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. உண்மை என்னவெனில், சில உடலியலாளர்கள் கூறுவது போல, மனித நினைவாற்றலின் தன்மையையும் அதன் இருப்பிடத்தையும் பற்றி நமக்குள்ள ஞானம், உதரவிதானமே புத்தியின் இருப்பிடமென நினைத்த பண்டைக் கிரேக்கர்களுக்கு இருந்ததைக் காட்டிலும் அதிக அளவு சிறப்புடையதாயில்லை.

இருப்பினும், இயந்திர நினைவு ஏற்பாடுகளுக்கும் மூளையின் நினைவாற்றலுக்கும் ஒற்றுமை சிறிதுமில்லை. ''நீண்ட கால'' நினைவும் ''அன்றாடச் செயல்'' நினைவும் கணிப்பியந்திரங்களில் இருப்பது போல வெவ்வேறு இடங்களில் அமைந்து இரண்டும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று வேறுபட்டிருப்பது, உயிரினங்களது உலகில் கடற்சிலந்தி [octopus] ஒன்றில் மட்டும் தான் காணப்படுகிறது. இந்தப் பிராணியின் ''அன்றாடச்

செயல்'' நினைவு மூளையில் ''கணிப்பு சூட்சுமம்'' ஒன்றுடன் இணைந்திருப்பதாய்த் தெரிகிறது; அதன் நீண்டகால நினைவுச் சேமிப்பகம் சிறிய நரம்பணுக்களாலான ஒரு தனிக் கோளத்தில் அமைந்திருக்கிறது.

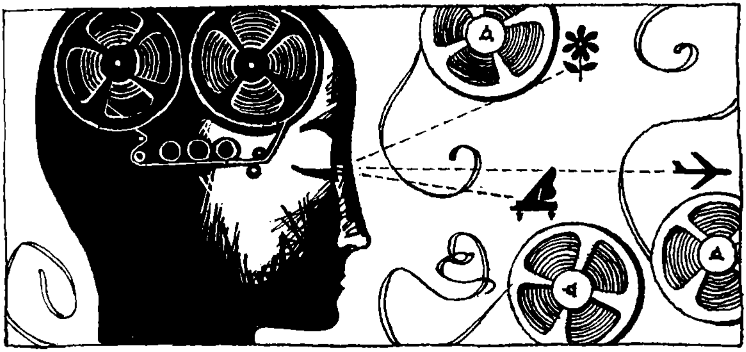
மனிதனிடம் வெளித் தூண்டல்களின் ஏற்பி ஒவ்வொன்றுமே தனக்கென ஒரு நினைவுக் களஞ்சியத்தைப் பெற்றிருப்பதாய்த் தெரிகிறது. கட்புலன், செவிப்புலன், ஊறுணர்வு, இயக்குணர்வு ஆகிய உணர்ச்சிகளை நமது மூளை தனித்தனியே மனப்பாடம் செய்து நினைவில் வைத்துக் கொள்கிறது. சிலர் ஆட்களின் முக ஜாடையை நினைவில் வைத்துக் கொண்டு அவர்களுடைய பெயர்களை மறந்துவிடுவதற்கும், வேறு சிலர் எண் வரிசைகளை எளிதில் மனப்பாடம் செய்துவிடுகிறார்கள் என்றாலும் மொழிகள் பயில மிகவும் கஷ்டப்படுவதற்கும் இதுவேதான் காரணம். நினைவாற்றலின் வெவ்வேறு பிரிவுகளும் வெவ்வேறு வளர்ச்சி நிலைகள் பெறுகின்றன என்பதையே இது சுட்டுகிறது.

அன்றாட அனுபவத்திலிருந்து நாம் எல்லோரும் நன்கு அறிந்தவை இவை. உதாரணமாய், நீங்கள் படிப்பதை நினைவில் வைத்துக் கொண்டுவிடுகிறீர்கள்; ஆனால் உங்கள் நண்பர் ஒரு வாசகத்தை நினைவில் வைத்துக் கொள்ள விரும்பினால் அதை அவர் வாய்விட்டு உரக்கப் படிக்கவோ, ஒரு முறை எழுதிப் பார்க்கவோ வேண்டியிருக்கிறது. ஆகவே, உங்களிடம் கட்புலன் நினைவாற்றல் அதிக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கிறதென்றும், உங்களுடைய நண்பரிடம் இயக்கு மையத்துடனோ, செவிப்புலன் மையத்துடனோ இணைந்த நினைவாற்றல் அதிக வளர்ச்சி பெற்றிருக்கிறதென்றும் கூறலாம். ஆனால் இந்தக் கட்புலன், செவிப்புலன் உணர்ச்சிகளும் ஏனைய உணர்ச்சி

களும் எங்கே, எப்படிச் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன என்பது தெரியவில்லை.

நினைவில் இருத்திக் கொள்வது எப்படி நடந்தேறுகிறது என்பது குறித்தும் நமக்கு அதிகம் தெரியவில்லை. கண்ணால் கண்ட அல்லது காதால் கேட்ட ஒன்றைப் பற்றிய நினைவு குறிப்பிட்ட நரம்பு மையங்களில் அப்பொழுது ஏற்பட்ட தூண்டல்களின் பதிவாகவே இருக்க வேண்டுமென்பது தெளிவு. அந்தத் தூண்டல்கள் முடிவுற்றுவிட்ட போதிலும், கண்ணுக்குத் தெரியாத தடங்களை அவை பதித்துச் செல் கின்றன. இவற்றைப் பிற்பாடு மனத்துள் திரையிட்டு கடந்த கால அனுபவங்களையும் நிகழ்ச்சிகளையும் மற்றும் அவற்றை இணைத்திடும் காரணகாரியத் தொடர்புகளையும் மனக்கண் முன் தெரியச் செய்து கொள்ளலாம். கடந்த காலத்தில் நிகழ்ந்த நரம்பு இணைப்புகளின் தடங்களை மூளை எப்படிச் சேமித்துப் பாதுகாத்து வைக்கிறது? இது விளங்காப் புதிராய் உடலியலாளர்களையும் ைசபர்னெத்தியர்களையும் இன்னமும் திணறடித்தே வருகிறது. இது குறித்து ஊகங்கள் செய்வதை யன்றி அவர்களால் திட்டவட்டமாய் எதுவும் சொல்ல முடியவில்லை.

சில ஆராய்ச்சியாளர்கள் மூளையினுள் நரம்பணுக்களா லும் இவற்றின் கிளை இழைகளாலும் அமையும் மூடப்பெற்ற சுற்றுக்கள் இருப்பதைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். தூண் டல்கள் இந்தச் சுற்றுக்களில் நீண்ட காலத்துக்குச் சுற்றி ஓடிக்கொண்டிருக்கலாம் அல்லவா? சம்பந்தப்பட்ட நரம்பு மையங்களை முன்பு கிளர்த்திவிட்ட பழைய தூண்டல் களின் பதிவுகளை மூளை இவ்வாறு பாதுகாத்து வைத்துக் கொள்ளக் கூடும். இதற்குப் பதிலாய், ஒரு நிகழ்ச்சியைப் பற்றிய நினைவு லட்சக் கணக்கான நரம்பணுக்களின் மீது



''பரவலாய்ப் பூசப்பட்டு'', ஒவ்வொரு சுவடும் இந்த எல்லா நரம்பணுக்களிடையிலும் பரவி நிலவும் சிறு தூண்டலைக் குறிப்பதாய் இருக்கலாம். அல்லது, மூளைக்குக் கிடைக்கும் தகவல் இன்னும் சுலபமான முறையில், காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யப்படுவது போல நரம்பணுக்களில் ''பதிவு செய்து'' வைக்கப்படலாம். நரம்பணுக்கள் சிறு காந்தங்களைப் போன்றவை என்பது சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு தெரியவந்தது. மூளையானது இந்தக் காந்த நுண்பதிவுகளது ஒரு வகை சேமிப்பகமாய் இருக்கலாம். இவற்றை வேண்டிய காலத்துக்குப் பாதுகாத்து வைத்து, தேவை ஏற்படும்போது ''ஓட்டி'' நினைவில் தெரியச் செய்து கொள்ளலாம். ஒப்பற்ற வளர்ச்சி பெற்ற மூளையைப் போன்ற ஓரமைப்பு மிகவும் வசதியான இத்தகைய நவீன நுட்ப முறையையே கொண்டிருக்குமென்று நான் நினைக்க விரும்புகிறேன். வேண்டாத விவரங்கள் நினைவில் வீணில் குவிந்திருக்கத் தேவையில்லை, அவசியமற்ற பதிவுகளை எளிதில் அழித்துவிடலாம். மூளையும் உண்மையில் இதையேதான் செய்கிறது.

மனிதனுக்கு மறதி உண்டு, அதற்குத் தக்கக் காரணமும் உண்டு. புதிய தகவலுக்கு இடமளிக்கும் பொருட்டு பயனற்ற பழைய தகவல் நமது நினைவிலிருந்து துடைத்தகற்றப்படுகிறது. ஒரு சோதனையில் பல பேர் அவர்கள் ஏற்கனவே படித்தறியாத ஒரு வாசகத்தைப் படித்து மனப்பாடம் செய்து கொள்ளச் செய்யப்பட்டனர். இவர்கள் மனப்பாடம் செய்து கொண்ட வாசகத்தில், பன்னிரண்டு மணி நேரத்தில் பாதியளவை மறந்துவிட்டது தெரிந்தது. மனிதனது பலவகை நினைவுகளில் ஒன்றின் ''அரை ஆயுள்'' 12 மணி நேரம்தான் போலும். அதாவது புதிதாகத் தன் நினைவில் புகுத்தப்பட்ட விவரங்களில் ஒரு பாதியை மறப்பதற்கு ஆகும் நேரம் இதுவே போலும். இயந்திரத்தின் நினைவானது இவ்வாறன்றி அனேகமாய் முடிவின்றி தகவலை மறக்காமல் வைத்திருக்கிறது; ஆனால் விரைவில் அது நிறைந்து நிரம்பிவிடுகிறது. இயந்திரத்தின் நினைவாற்றல் மனிதனுடையதைக் காட்டிலும் அளவில் மிகவும் குறைவானது.

மனித நினைவுக் களஞ்சியம் எவ்விடத்தில் அமைந்திருக்கிறது, அது எப்படிப்பட்டது என்பது தெரியாமல் அதன் சேமிப்பு ஆற்றல் குறித்துப் பேசுவது எப்படி என்று நான் தொடக்கத்தில் நினைத்தேன். ஆனால் இது சாத்தியமே. மனித நினைவில் சேமித்து வைக்கப்படக் கூடிய தகவலின் அளவு என்னவென்பது கறாராய்த் தெரியாவிட்டாலும், இதனை உத்தேசமாய் மதிப்பிட முடியும். கணிப்பியந்திரத்தின் சேமிப்பு ஆற்றலைக் கணக்கிட கையாளப்படும் அதே முறையில் இதுவும் கணக்கிடப்படுகிறது.

தகவலைப் பதனம் செய்து சேமித்து வைப்பதற்கு மின்னணுக் கணிப்பியந்திரம் அல்லது மனித மூளைக்கு இருக்கும் ஆற்றல் என்பது கறாரான கணித அளவினமாகும். இதனைத்

தனி அளவையில் அளக்கிறேம். இந்த அளவைக்கு ''பிட்'' [bit] என்று பெயர். இரண்டன்மான இலக்கம் என்பதைக் குறிக்கும் ஆங்கிலத் தொடரின் [binary digit] முதல் அசையையும் ஈற்று அசையையும் சேர்த்து 'பிட்' என்னும் சொல் உருவாக்கிக் கொள்ளப்பட்டது.

கணிப்பியந்திரத்தின் சேமிப்பு ஆற்றலைப் 'பிட்' அளவையில் குறிப்பிடலாம். வழக்கமான மின்னணுக் கணிப்பியந்திரம் பத்து லட்சம் 'பிட்' அளவுள்ள தகவலைச் சமாளிக்கக் கூடியது. தனிவகைத் தகவல் இயந்திரங்களின் சேமிப்பு ஆற்றல் நூறுகோடி 'பிட்' வரை இருக்கும். இது அதிகமா, குறைவா? மறைபொருளாயுள்ள இந்த 'பிட்டுகளை' சாதாரண வழக்கில் பெயர்த்துக் கூறினுல், இது போன்ற ஓர் இயந்திரம் ஐந்து லட்சம் அச்சுப் பக்கங்களை அல்லது இருநூறு பக்கப் புத்தகங்களில் இரண்டாயிரத்துக்கு அதிகமாய் ''மனப் பாடம்'' செய்யக் கூடியது எனலாம்.

மூளையில் சுமார் 1,400 கோடி நரம்பணுக்கள் உள்ளன. இவற்றுள் 1,000 கோடி நரம்பணுக்கள் மட்டுமே ஒரே போதில் தகவல் பெற்றுக் கொள்ள முடியுமென்று வைத்துக் கொள்வோம். ஒரு நரம்பு இழை விஞடிக்கு 14 'பிட்' தகவலைத் தாங்கிச் செல்லும் ஆற்றல் கொண்டதென்று நமக்குத் தெரியும். இது போன்ற எல்லா இழைகளையும் கணக்கில் எடுத்துக்கொண்டால், நமது மூளை விஞடிக்கு 14,000 கோடி 'பிட்' தகவல் பெற்றுக் கொள்ளும் ஆற்றலுடையது என்ருகிறது. 60 ஆண்டுள்ள சராசரி ஆயுட் காலத்திற்குக் கணக்கிட்டால் இந்தத் தொகை பிரம்மாண்டமானதாகிவிடும். மனித மூளையின் சேமிப்பு ஆற்றல் தகவல்-சேமிப்பு இயந்திரத்தினுடையதைக் காட்டிலும் பத்து லட்சம் மடங்கு அதிகம் என்பது தெரிகிறது. இந்த அளவு கடந்த தகவல்களை

மூளை எப்படிச் சமாளிக்கிறது? வேண்டிய தகவலை எங்கே தேடியெடுப்பதென்று அது எப்படி தெரிந்து கொள்கிறது?

உண்மை விவரங்களும் நிகழ்ச்சிகளும் தனித்த முறையில் மனப்பாடம் செய்து கொள்ளப்படவில்லை, ஒன்றுக்கொன்றுள்ள தொடர்புகளோடும் உறவுகளோடும் இணைந்த முறையிலே தான் மனப்பாடம் செய்து கொள்ளப்படுகின்றன என்பதாகத் தெரிகிறது. நமது நினைவாற்றல் கடலின் நிறத்தை மட்டும் ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்ளவில்லை, அதன் குளுமை, அது வாறிவீசும் உப்பு நீர்த் துளிகளின் ருசி, வெய்யில் காயும் நாளில் அதன் அலைகளில் விளையாடும் கதிரவனது ஒளிக் கற்றைகள், இரவில் தொடுவானம் வரை நீண்டு செல்லும் வெள்ளித் தளமிட்ட நிலாவொளிப் பாதை ஆகிய எல்லாவற்றையுமேதான் ஞாபகத்தில் வைத்துக் கொள்கிறது.

பல விவரங்கள் அவற்றின் காரணகாரியத் தொடர்புடன் நினைவில் பதித்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. பல பேரை எண்பது சொற்களைக் கொண்ட ஒரு கவிதையை மனப்பாடம் செய்யச் சொல்லி ஒரு சோதனை நடத்திப் பார்க்கப்பட்டது. எட்டு தடவை படித்தபின் மிகப் பெரும்பாலோரால் அதை ஒப்பிக்க முடிந்தது. ஆனால் 80 அசைகளின் பொருளற்ற தாறுமாறான கதம்பத் தொகுப்பை மனப்பாடம் செய்வதற்கு அவர்கள் 80 முறைப் படிக்க வேண்டியிருந்தது. நாம் ஏதேனும் ஒன்றை நினைவுக்குக் கொண்டுவர முயலும்போதும் இதே போலத்தான் நடைபெறுகிறது. ஒரு விவரம் வரிசையாகப் பல நினைவுகளைத் தூண்டிவிடுகிறது, தொடர்பின் மூலம் பல விவரங்களையும் நிகழ்ச்சிகளையும் நினைவுக்குக் கொண்டு வருகிறது.

முன்னொரு காலத்தில் நீங்கள் அறிந்திருந்து, பிற்பாடு உங்கள் நினைவிலிருந்து அறவே மறைந்துவிட்ட ஒருவரைச்

சந்திக்கிறீர்கள். அவர் யார், இதற்குமுன் எங்கே சந்தித்தோம் என்பது நினைவுக்கு வருமுன்பே அவரைத் தெரியுமென்ற ஓர் உணர்வு உங்களுக்கு ஏற்பட்டுவிடுகிறது. அவரைத் தெரியுமென்று உங்கள் மனத்துக்குக் குறித் தகவல் கிடைத்துவிட்டது போலத் தோன்றுகிறது. (பொறி மடலில் எங்கோ ஓரிடத்திலிருந்துதான் இது வருகிறது போலும்.) இந்தக் குறித் தகவல் ஒருவகைத் திரைப்படக் கருவியின் விசையைத் தட்டிவிடுகிறது, உங்கள் மனத்துள் பழைய நினைவுகள் கிளர்ந்தெழுகின்றன. அவர் யார் என்பது நினைவுக்கு வருகிறது; அவர் பெயர் ஞாபகத்துக்கு வருகிறது. அவரை நேரில் பார்த்ததும் அவருடைய குரலைக் கேட்டதும் உங்களுக்குத் தூண்டல்களாய் அமைந்து, உங்களுடைய கடந்த கால வாழ்வில் அவருக்குள்ள பாத்திரம் பதிவு செய்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் உங்கள் நினைவுக் களஞ்சியத்தின் கதவுகளைத் திறந்து விடுகிறது. நீங்கள் அறியாமலே முற்றிலும் உள்மனத்தில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு இது. கணப்பொழுதுக்கு முன்பு அவர் அடியோடு மறக்கப்பட்டுவிட்டவராய் இருந்திருப்பினும், இப்பொழுது கடந்த காலத்தின் மனப்பதிவு உங்கள் கண்ணெதிரே தெளிவாகத் தெரிகிறது. உங்களுடைய பழைய நண்பர் சற்று பருத்துவிட்டார், கண்களின் ஓரங்களில் சுருக்கங்கள் முன்னிலும் அதிகமாய் இருக்கின்றன என்பதைக் காண்கிறீர்கள்....

கடந்த காலம் விட்டுச் சென்ற பழைய தடங்களைப் பற்றிப் பின்னேக்கிச் சென்று வரலாற்று முக்கியத்துவம் வாய்ந்த மறந்து போன நிகழ்ச்சிகளை விவரமாய் நினைவுக்குக் கொண்டுவரலாம் என்பதற்கு சோவியத் கம்யூனிஸ்டுக் கட்சியின் பழம்பெரும் உறுப்பினர் யெலிஸவேத்தா திராப்கினுவின்

நினைவுக் குறிப்புகளில் சுவையான ஓர் உதாரணத்தைக் காணலாம்.

''பல ஆண்டுகளாய் என் மனத்துள் அடிக்கடி ஊடாடிக் கொண்டிருந்த நினைவுகளிலிருந்து தொடங்கியவையே இவை யாவும்'' என்று அவர் எழுதுகிறார். ''ஆரம்பத்தில் அவை அரசபுரசலாகவும் தொடர்பற்ற துணுக்குகளாகவும் தான் இருந்தன, ஆனால் சிறிது சிறிதாய் ஒழுங்கு பெற லாயின....

''நான் ஓர் அறையைக் காண்கிறேன். இல்லை, அறை யல்ல, கதவுகளோ, சன்னல்களோ இல்லாத ஒரு வகைக் கூடம் அது. ஒரு சுவர் மெள்ள அசைந்தாடுவது போல் தோன்றுகிறது. மேல் தளம் இருக்க வேண்டிய இடத்தில் காரிருள் தெரிகிறது. கண்ணுக்குத் தெரியாத ஏதோ ஒரு ஆதாரத்திலிருந்து வரும் மின்சார விளக்கொளியில் இக் காட்சி நடைபெறுகிறது. அசைந்தாடும் சுவர் அருகே செம் பட்டினால் ஒப்பனை செய்த பொன்னலங்கார சாய்வு நாற் காலி ஒன்று இருக்கிறது. அந்த நாற்காலியில் அமர்ந்திருக் கிறார் லெனின்! அவர் உணர்ச்சி வயப்பட்டுத் தோன்று கிறார். அணு சக்தி குறித்து அவர் பேசிக் கொண்டிருக் கிறார்....

''அது எப்படி? எல்லாம் என் கற்பனையாகத்தான் இருக்கும். பொன்னலங்கார நாற்காலியில் லெனின் அமர்ந் திருக்கப் பார்த்திர முடியாது. அணு சக்தி குறித்து லெனின் பேசியிருக்க முடியாது. எல்லாம் கனவாகவே இருந்திருக்க வேண்டும். பிற்பாடு இவை உண்மையில் நடைபெற்றவையாக என் மனத்துள் நான் நினைக்க முற்பட்டிருக்க வேண்டும். ஆனால் தொடர்ந்து நான் என்னுடன் வாதாடி வந்தேன். வண்ணங்களில் அமைந்த கனவுகள் என்றுமே நான் கண்ட

நில்லையே. என் கனவுகள் எப்பொழுதும் 'கறுப்பும் வெள்ளையுமாகத்தானே' இருக்கும்.

''ஆயினும் பளிச்சிடும் சிவப்பு முதல் கருஞ் சிவப்பு வரையிலாய்ச் சிவப்பின் எல்லா வகைகளையும் இங்கே தெளிவாய்க் காண்கிறேனே. அசைந்தாடும் அந்தச் சுவர் கருஞ் சிவப்பு வெல்வெட் திரையே என்பதை இப்பொழுது காண்கிறேன். நாற்காலி இந்தத் திரையருகே இருக்கிறது. செதுக்கு வேலைப் பாடுகளுடன் பொன்னலங்காரம் செய்யப்பட்ட வளைந்த அதன் கரங்களும் கால்களும் தெளிவாய்த் தெரிகின்றன. இப்பொழுது அந்த நினைவுகள் மிக்கப் பசுமை பெற்றுவிட்டன. இது எங்கே நடைபெறுகிறது என்பதைத் தெரிந்து கொண்டு விட்டேன்: சோவியத்துகளின் எட்டாவது காங்கிரசின்போது போல்ஷாய் தியேட்டரின் திரைக்குப் பின்னல்.

''நாற்காலியில் லெனின் அமர்ந்திருக்கிறார். அவரைச் சுற்றி இதையொத்த நாற்காலிகளில் வேறு பலர் அமர்ந்திருக்கின்றனர். நினைவுக்குக் கொண்டுவர நான் பெருமுயற்சி செய்கிறேன். என் தந்தையை அடையாளம் கண்டு கொள்கிறேன். பிறகு இ. ஸ்குவர்த்சோவ்-ஸ்தெப்பானவின் உயரமான விவேகமிக்க நெற்றி தெரிகிறது. ஷ. திவலோய்த்ஸ்கியின் கூர்மையான உணர்ச்சி ததும்பும் முகபாபமும் என். மெஷ்செரிக்கோவின் மெல்லிய உருவமும் தெரிகின்றன.

''என் நினைவு விரிவடைந்து செல்கிறது. உரையாடலின் விவரங்கள் தெளிவாகி வருகின்றன. ஆனால் இவ்விவரங்கள் நம்ப முடியாதனவாய்த் தோன்றுகின்றன. பௌதிகவியல் பிரச்சினைகள் குறித்தும், அணு சக்தி குறித்தும் பேசப்பட்டதாய் என் நினைவு எனக்குக் கூறுகிறது. ஆல்பர்ட் ஐன்ஷ்டைனது [Einstein] பெயர் குறிப்பிடப்பட்டது. போல்ஷிவிக் என்பதாக அவர் குற்றம் சாட்டப்பட்டதாய் யாரோ ஒருவர்

கூறினர். அண்டவெளி வெற்றி, கிரக மண்டலப் பயணம்... இவை பற்றியும் பேசப்படுவது என் காதில் விழுகிறது....

''செய்தியேடு அல்லது சஞ்சிகை ஒன்றிலுள்ள ஒரு கட்டுரையே இந்த உரையாடலுக்குக் காரணம் என்பது என் நினைவுக்கு வருகிறது. லெனின் இதைப் படித்துக் கருத்துரை கூறிக் கொண்டிருந்தார். என் நினைவு சரிதானா என்று பார்ப்பதற்காக நூலகத்துக்குச் சென்று பிராவ்தா, இஸ்வேஸ்தியா செய்தியேடுகளின் பழைய தொகுதிகளைப் புரட்டிப் பார்க்கிறேன். பயனில்லை: இது போன்ற எதுவும் அதில் காணப்படவில்லை.

''ஆனால் பிற்பாடு அங்கிருந்த மற்றொருவரைப் பற்றி நினைத்துக் கொள்கிறேன். அவர் ஃபி. ரோத்ஷ்டைன். ருஷ்யப் புரட்சியாளர், பல ஆண்டுகள் இங்கிலாந்தில் இருந்தவர். லெனின் படித்துக் கொண்டிருந்த கட்டுரையைக் கொண்டு வந்தவர் அவர்தான். ஒருவேளை அது ஆங்கிலச் செய்தியேடு அல்லது சஞ்சிகை எதிலாவது வந்ததாய் இருக்குமோ?

''திரும்பவும் தேடிப் பார்க்கிறேன். வீண் வேலை என்று விடப் போகும் நேரத்தில், அந்தக் கட்டுரையை நேஷன் என்னும் சஞ்சிகையில் இருக்கக் காண்கிறேன். லெனினுடைய கவனத்தைக் கவர்ந்த இடத்தையும் தெரிந்து கொள்கிறேன்.''

நடந்ததைப் பிற்காலத்தில் நினைவுக்குக் கொண்டு வருவது பற்றிய இந்தச் சம்பவம் மிகவும் சுவையானதாகும். மனிதன் எதையும் மறப்பதில்லை என்று சில உடலியலாளர்கள் பல காலமாய்க் கூறி வந்துள்ள கருத்தை இது உறுதி செய்வதாயுள்ளது. ஆழப் புதைந்து கிடக்கும் நினைவுச் சங்கலியின் சரியான முனையைப் பற்றிக் கொள்வதுதான் முக்கியமானதாகும்.

மூளையினுள் ஒரு மூளை

பிரெஞ்சு நாட்டு உளவியலாளர் பேராசிரியர் தெல்காடோவின் [Delgado] அறையில் சோதனைக்காக வந்த ஒருவர் உட்கார்ந்திருக்கிறார். இருவரும் சுவாரசியமாய்ப் பேசிக் கொண்டிருக்கின்றனர். வந்தவருக்குத் தெரியாமல் பேராசிரியர் தெல்காடோ ஒரு பொத்தானை அழுத்துகிறார். வந்தவருடைய மூளையின் முன் பிரிவில் பலவீனமான மின்னோட்டம் பாய்கிறது. பேசிக்கொண்டிருந்த அவருடைய முக பாவனை அசைவற்று உறைந்துவிடுகிறது; சொல்லின் நடுவிலே அப்படியே நின்றுவிடுகிறார்.

பேராசிரியர் மின்னோட்டத்தை நிறுத்துகிறார். ''எப்படி இருந்தது?'' என்று கேட்கிறார்.

''பொறி கலங்கியது மாதிரி இருந்தது'' என்று அவர் சற்றுக் குழப்பத்துடன் பதில் கூறினார். ''குடிபோதை மாதிரி இருந்தது.''

மூளையின் ''மர்ம இடங்களில்'' இரண்டாவதாகிய முன்புற மடலைத் தூண்டுவதால் உண்டாகும் விளைவு இது. மூளையின் இப்பகுதி பல பிராணிகளில் வளர்ச்சியடையாத நிலையில் இருக்கிறது. ஆனால் மனிதனிடம் இது மிகப் பெரியதாய் வளர்ச்சியுற்றிருக்கிறது. உடலியலாளர்கள் மூளைப் புறணி என்று அழைக்கும் மடிப்புகளைக் கொண்ட மூளையின் மேற்பரப்பில் மூன்றில் ஒரு பாகத்தில் இப்பகுதி வியாபித்திருக்கிறது. இதுவே மூளையின் மிகவும் இளைய பகுதி. இங்கு 6ஆம், 8ஆம் எண்களால் குறிக்கப்படும் இரு மண்டலங்கள் இனம் காணப்பட்டுள்ளன. இதில் மேலும் மேலும் புதிதாய்ப் பல பகுதிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டு வருகின்றன.

மூளைப் புறணியின் முன்புற மடல்களுக்கும் ஏனைய பகுதிகளுக்கும் மூளையின் உட்பகுதிகளுக்கும் அமைப்பியல் இணைப்புகள் பலவும் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கிறது. ஆகவே முன்புற மடல்கள் மூளையினுள் அமையும் செய்திப் போக்குவரத்து அமைப்பில் இன்றியமையாத பகுதியாகும் என்பதாகவும், சிக்கலான நரம்புச் செயற்பாட்டு வகைகளில் முக்கிய பங்காற்றக்கூடும் என்பதாகவும் நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

பேராசிரியர் அனோஹினது ஆய்வுக்கூடத்தில் முன்புற மடல்கள் செய்யும் வேலைகள் தீர்க்கமாய் ஆராயப்பட்டு வருகின்றன. பேராசிரியர் அனோஹினுடன் சேர்ந்து ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டுள்ள டாக்டர் ஷூமீலினு, நாய்களைக் கொண்டு நடத்திய சோதனைகளைக் கூறும் விவரக் குறிப்புகள், அன்ருடம் நடைபெற்ற வேலைகளையும், அவரும் ஏனைய ஆராய்ச்சியாளர்களும் ''சிந்தனையின் ஆய்வுக்கூடத்தைப்'' பற்றிக் கண்டுபிடித்த விந்தைகளையும் தெளிவாய் எடுத்துரைக்கின்றன.

இச்சோதனைகளுக்காக ஏழு நாய்கள் தேர்வு செய்யப்பட்டன. முன்பே பல மாதங்களிலிருந்து சில ஆண்டுகள் வரையில் பல்வேறு காலங்களுக்கு அவை சோதனைகளுக்கு உட்பட்டிருந்த நாய்கள். மணியோசை, ஊதலின் ஓசை, தாளப் பொறியின் தாளத் தட்டு, தண்ணீர் தளபுளக்கும் சப்தம், இசை நாதம், தாள இசைவுடன் விட்டுவிட்டு எரியும் விளக்கின் ஒளி ஆகிய தூண்டல்களில் ஒன்றைத் தொடர்ந்து நெறியாக்க மறிவினைகள் ஏற்படும்படி அவற்றுக்குப் பயிற்சியளிக்கப்பட்டிருந்தது. தனக்குப் பழக்கமான குறியறிவிப்பைக் கண்டதும் அல்லது கேட்டதும், உடனே தனக்கு உணவு கிடைக்குமென்பதை அறிந்து அந்த நாய் உணவுத் தட்டை நோக்கிச் செல்லும்.

வழக்கமாய் நடத்தப்படும் இத்தகைய சோதனைகளுக்கும் இதற்கும் ஒரு வித்தியாசம் இருந்தது: வழக்கமாய் இருக்கக் கூடிய ஒரு தட்டுக்குப் பதிலாய் இச்சோதனையில் இரு தட்டு கள் வைக்கப்பட்டன. உதாரணமாய், மணியோசை வலது புறத் தட்டில் உணவு இருக்கிறதென்பதையும், விட்டுவிட்டு எரியும் விளக்கின் ஒளி இடதுபுறத் தட்டில் உணவு இருக்கிற தென்பதையும் குறிப்பனவாய்ப் பழக்கப்படுத்தப்பட்டது. இவ்விதம் மறிவினைகளை வாயில் எச்சி ஊறுவதைக் கொண்டு மட்டுமின்றி, நாயின் அசைவுகளைக் கொண்டும் கண்டறிந்து கொள்வதற்கு வசதி செய்யப்பட்டது. இருவேறு வழிகளில் ஒன்றைத் தெரிந்தெடுத்துக் கொள்ளும் கூடுதலான ஒரு வேலை நாயின் மூளைக்கு அளிக்கப்பட்டது. இவ்வாறாக இரு வழிகளில் ஒன்றைத் தெரிந்தெடுக்கவேண்டி வரும் சந்தர்ப் பத்தில் மூளை எப்படிச் செயல்படுகிறது என்பதை ஆராய்ச்சி யாளர்கள் மேலும் வசதியாய்ப் பரிசீலிக்க முடிந்தது.

பிறகு ஒருநாள் டாக்டர் ஷுமீலின எல்லா நாய்களுக்கும் அறுவை மருத்துவம் செய்து, அவற்றின் மூளையின் முன்புற மடல்களை அகற்றிவிட்டார். நாய்களின் கூண்டில் மணிக் கணக்கில் தங்கி அவர் வேலை செய்தார். இந்த நாய்களை அவர் நன்கு அறிந்தவர்; ஆகவே இவற்றைப் பற்றிய பழைய மருத்துவக் குறிப்புகளை அவர் படிக்க வேண்டிய தில்லை. அவற்றின் பழக்கவழக்கங்களும் இயல்புகளும் சகிப் புத்தன்மையும் ஏற்கனவே அவருக்குத் தெரிந்தவையே. வெவ்வேறான ஏழு நாய்கள், ஆயினும் இப்பொழுது இவை யாவும் முற்றிலும் ஒரே விதமாய் நடந்து கொள்கின்றன. முன்கால்களை மடக்கிவைத்துத் தலையைத் தரையில் அழுத்திக் கொண்டு விநோத நிலையில் நிற்கின்றன. டாக்டர் ஷுமீலின அந்த நாய்களைப் பெயர் சொல்லி அழைக்கிறார். அவரை

அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளாதது போல அவை அசட்டையாய்த் தலையை மெள்ளத் தூக்கிப் பார்க்கின்றன. அவற்றுக்கு உணவளிக்க முயலுகிறார், இது எளிய காரியமாய் இல்லை. வலிப்பு வந்துவிட்டதுபோல் நாய்களின் தாடைகள் கெட்டியாய் இறுகிவிட்டன. அவை வெடுக்கென உணவைக் கவ்வப் பார்க்கின்றன, உணவளிக்கும் கையையும் சில நேரங்களில் சேர்த்துக் கடிக்கின்றன. அறுவை மருத்துவத்துக்குப் பிற்பாடு இரண்டு நாட்களுக்கு அவை இவ்வாறு நடந்து கொள்கின்றன. மூன்றும் நாளன்று இந்நாய்கள் அமைதியிழந்து கலவரமடையத் தொடங்குகின்றன. கூண்டுக்குள் ஓயாமல் அங்குமிங்கும் நடக்கின்றன. சிறிய சப்தம் கேட்டாலுங்கூட ஓட முற்படுகின்றன. அவற்றின் கவனம் எளிதில் கலைக்கப்பட்டுவிடுகிறது. தரையிலே உணவு இறைந்து கிடக்கிறது. ஒரு துண்டைக் கவ்விக் கொண்டு ஏனையவற்றைக் கவனிக்காமலே அசிரத்தையாய் இருக்கின்றன. சாதாரணமாய் நாய்கள் கடைசித் துண்டையும் தேடிப் பிடித்துத் தின்னும்வரை ஓயமாட்டா.

கூண்டிலிருந்து வெளியே விட்டதும் இந்நாய்கள் நடைபாதை வழியே ஓடுகின்றன. ஆனால் எதிரே எதாவது தடை ஏற்பட்டதும் விலகிச் சுற்றிச் செல்வதற்குப் பதில், அதன் வழியே புகுந்து செல்ல முயலுகின்றன. திருப்பத்தை வந்தடைந்ததும் சுவரில் தலையை வைத்து அழுத்தியபடி நின்று விடுகின்றன. இடையில் எப்பொழுதாவது ஓரிரு முறை கால்களை மாற்றி வைத்துக் கொண்டு அப்படியே நெடு நேரம் நிற்கின்றன.

இந்நாய்கள் திடீரென அசடுகளாகி விட்டது போலத் தோன்றுகிறது. தின்னக்கூடியது எது என்று இனம் புரிந்து கொள்வதற்குக்கூட திறனிழந்துவிடுகின்றன. மரக் கட்டை,

சோப்புத் துண்டு, காகிதப் பந்து, கோலிகள் முதலானவற்றைக்கூட கவ்விக் கொண்டு, கடித்து விழுங்க முயலுகின்றன.

அறுவை மருத்துவத்துக்குப் பிற்பாடு மூன்ருவது அல்லது நான்காவது நாளன்று மறிவினைச் சோதனைகள் திரும்பவும் நடத்தப்பட்டன. முன்பெல்லாம் எந்த நாயும் தானே அறைக்குள் ஓடி பெஞ்சுமீது தாவி ஏறிக் கொண்டு எச்சல் சோதனைக் குழாயை வாயில் பொருத்திக் கொள்வதற்காகச் சோதனையாளரிடம் தாஞகவே தலையைக் காட்டும். ஆனால் இப்பொழுது இந்நாய்கள் அறைக் கதவைக் கடந்து நேரே ஓடின; அவை நன்கு அறிந்த இடங்களையும் ஊழியர்களையும் அவற்றுக்கு அடையாளம் தெரியவில்லை. அவற்றை அறைக்குள் பிடித்து இழுத்துச் செல்ல வேண்டியிருந்தது. அவற்றுக்கு நன்கு பழக்கமான இந்தச் சுற்றுச்சார்புகள் இப்பொழுது அவற்றிடம் வழக்கமான வினைகளைத் தூண்டவில்லை. அறையினுள் அங்குமிங்கும் ஓடின, மேஜைக்கடியிலே தலையை நுழைத்துக் கொண்டு நின்றன. பெரும் பாட்டுபட்டு உரிய இடங்களுக்கு அவற்றைக் கொண்டு வந்து பெஞ்சுடன் இணைத்துக் கட்ட வேண்டியிருந்தது. ஆய்வுக்கூடக் குறிப்பேட்டில் அறுவை மருத்துவக் குறிப்புக்கு அடியில் குறிக்கப்பட்ட முதலாவது விவரம் இதுவே: ''அறுவை மருத்துவத்தைத் தொடர்ந்து, ஒன்றிணைந்த செயற்பாடு சிதைந்து, தொடர்பற்ற வினைகளாய்ச் சீரழிகிறது.''

தயாரிப்புகள் யாவும் முடிந்து சோதனை துவக்கப்பட்டது. வழக்கமான குறியறிவிப்பு கொடுக்கப்பட்டது. நாய்களின் விளைவினைகள் எப்படி இருக்கும்? இரண்டு உணவுத் தட்டுகளில் எதனிடம் செல்ல வேண்டுமென்பது அவற்றுக்கு நினைவில் இருக்குமா? மணிவோசை ஒரு வகை விளைவினையைத் தூண்டுவதாகத் தெரிகிறது. நாய்கள் ஒரு தட்டை நோக்கி

மெள்ள நடை போடுகின்றன—ஆனால் எந்தத் தட்டு அருகாமையில் இருக்கிறதோ அதை நோக்கியே செல்கின்றன. டாக்டர் ஷூமீலினு மற்றொரு தட்டில் இறைச்சியைப் போட்டு ஓசை எழுப்பும் போதுகூட அவை சிரத்தை காட்டாமல் காலித் தட்டின் பக்கம் நின்று கொண்டிருக்கின்றன.

முன்புற மடல் நீக்கம் எனப்படும் இந்த அறுவை மருத்துவமானது இவ்வாறு இந்த நாய்களின் நெறியாக்க மறிவினைகளை அறவே குலைத்துவிடவில்லை என்பது தெரிகிறது. மூளையின் பல்வேறு பிரிவுகளுக்குமிடையே அரைகுறைத் தகவல் போக்குவரத்து இருக்கவே செய்கிறது. இந்த நாய்களால் பார்க்கவும் கேட்கவும் உணரவும் முடிகிறது. ஆனால் அவற்றின் உணர்ச்சிகள் சீர்குலைந்துவிடுகின்றன; மூளைக்குள் வந்து சேரும் புலன் தகவல்களில் எவை பயனுள்ளவை எவை பயனற்றவை என்று பாகுபாடு செய்து புரிந்து கொள்ள அவற்றால் முடியவில்லை.

சோதனைகளின் இரண்டாம் நாளில் சில நாய்களின் நடத்தையில் மாற்றம் ஏற்பட்டது. ஒரு தட்டை நோக்கி நடந்தவை, இடையில் மற்றொரு தட்டுக்குத் திரும்பின, மீண்டும் முதற் தட்டுக்கே சென்றன. எந்தத் தட்டைத் தெரிந்தெடுத்துக் கொள்வதென்று அவற்றால் தீர்மானிக்க முடியாதது போல மாறி மாறித் திரும்பிக் கொண்டிருந்தன. உணவுடைய தட்டு எதுவென்பதை அவை மறந்துவிட்டன. எல்லாவற்றையும்விட வியக்கத்தக்கது என்னவெனில், உணவருந்திய பிறகும் இந்நாய்களில் சில தமது மேலும் கீழுமான நடையைத் தொடர்ந்ததுதான். சில நாட்களுக்குப் பிறகு, இந்த அறையைக் கண்டதுமே அவை முன்னும் பின்னுமாய் அசைந்தாடத் தொடங்கின. அவற்றின் வேகம் மேலும் மேலும் அதிகமாயிற்று. மேலும் மேலும் கூடுதலான நாய்கள் இதில்

சேர்ந்து கொண்டன. ஊசலின் முறை தவறாத ஒழுங்குடன் அவை இப்படியும் அப்படியுமாய் அசைந்தாடின. பார்ப் பதற்கு அது விநோதமான காட்சியாய் இருந்தது. சில விநாடி களுக்கு ஒரு நாய் உணவுத் தட்டின் முன்னால் வந்து நின்ற போதுங்கூட, காந்தத்தால் கவரப்பட்டது போல அதன் முன்புறம் இழுத்துத் தள்ளப்பட்டது, உடனே அந்த நாய் திரும்பவும் அசைந்தாடத் தொடங்கிற்று.

''இந்த அசைந்தாடல் பலவந்தமான தானியங்கி அசை வாகத் தெரிகிறது'' என்பதாக ஒரு புதிய குறிப்பு ஆய்வுக் கூடக் குறிப்பேட்டில் எழுதப்பட்டது.

நாய்களுடைய அசைந்தாடலின் அலைவுகளை டாக்டர் ஷுமீலினா எண்ணிக் கணக்கிட்டார். அவை ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் இருக்கக் கண்டார். அலைவுகளின் எண்ணிக்கை கடந்த காலத்தில் சோதனைகளில் பயன்படுத்தப்பட்ட குறி யறிவிப்புகளின் எண்ணிக்கையுடன் அனேகமாய் ஒத்திருந் ததைக் கண்டார். ஆறு முதல் எட்டு வரையிலான அலைவு கள், முன்புற மடல் நீக்க அறுவைக்குமுன்பு நடந்த சோதனை களில் 2,000 முறைக்குமேல் இயக்கப்பட்ட மணி அல்லது தாளப் பொறியின் அலைவைக் குறித்தன என்பதைக் கண்டார். 109 முறை ஒலிக்கப்பட்ட இசைநாதம் நான்கு அல்லது ஐந்து அசைவுகளை உண்டாக்கிற்று. இதைவிட பலவீனமான தூண்டலாயினும் திரும்பத் திரும்ப 493 முறை செய்யப் பட்டு உறுதியாக்கப்பட்ட தண்ணீர் தளபுளக்கும் ஓசை, இசைநாதத்தைப் போல அதே எண்ணிக்கையில் அசைவு களை உண்டாக்கிற்று.

அசைந்தாடும் இச்செயல் வியக்கத்தக்கவாறு மாறு பாடின்றி ஒரே முறையில் நடைபெற்றது. ஆகவே ஆராய்ச்சி

யாளர்கள் இந்த நிகழ்ச்சியில் முழு கவனம் செலுத்திப் பரிசீலித்தனர்.

இது குறித்து பேராசிரியர் அனோஹின் பிற்பாடு இவ்வாறு எழுதினர்: ''இத்தகைய நடத்தையை உடலியலாளர்கள் 'இயக்குக் கலவரம்' என்கிருர்கள். ஆனுல் முன்னிலும் ஒரு பிராணி அதிக இயக்குச் செயல்கள் புரிகிறது என்பதைத் தவிர இத்தொடர் நமக்குத் தெரிவிப்பது எதேனும் உண்டா? கலவர நிலேயின் மேம்போக்கான வெளியீடுகளின் தன்மையையும் அதன் உடலியல் பொருளேயும் புரிந்து கொள்ள இது போதுமா? இந்நிகழ்ச்சி குறித்து ஆராய்ந்து அறிவது அவசியமாகும்.''

தீர்க்கமான சோதனேகள் பலவும் துவக்கப்பட்டன. உணவுத் தட்டுகளுக்கிடையிலான அலேவு போன்ற இடப்பெயர்ச்சிக் கலவர நிலேயின் வெளியீடுகள் ஏதோ ஒரு வழியில் நாய்களுடைய கடந்த கால அனுபவங்களுடன் தொடர்பு கொண்டவை என்றும், மேலும் அந்த அனுபவங்களால் நெறியாக்க முற்றவை என்றும் இயல்பாகவே அனுமானம் செய்து கொள்ளப்பட்டது. அறுவைக்கு முன்பு நாய்கள் இரு உணவுத் தட்டுகளில் ஒன்றைத் தெரிந்தெடுத்து அதற்கேற்ப வலதுபுறமோ, இடதுபுறமோ திரும்ப வேண்டியிருந்தது. ஒரு தட்டை இச்சோதனேயிலிருந்து அகற்றி வழக்கமான முறைக்கே திரும்பிவிட்டால் என்ன நடைபெறும்?

சாதாரணமான ''மணியோசை'' மறிவினே ஒரு நாயிடம் உருவாக்கப்பட்டது. ஒரே தட்டில் உணவு அளிக்கப்பட்டது; நாய் தன் ''மனத்துள்'' தெரிந்தெடுக்க வேண்டியிருக்கவில்லே. பிறகு மூளேயின் முன்புற மடல்கள் நீக்கப்பட்டன. முந்திய சோதனேகளில் செய்தது போல நாய் மேலும் கீழுமாய்

நடைபோடவில்லை. அசையாமல் அப்படியே உட்கார்ந்திருந்தது.

இதே சோதனை மேலும் விரிவுபடுத்தப்பட்டது. உடலியலாளர்கள் கூறுவது போல இரு பக்கங்களிலிருந்து வலுவூட்டப்பெற்ற மறிவினை வளர்க்கப்பட்டது. முன்புற மடல் நீக்க அறுவைக்குப் பிறகு இந்த நாய்க்கு இரு தட்டுகளில் உணவிடப்பட்டது. இது போன்ற இரண்டு மூன்று உணவளிப்புகளுக்குப் பிற்பாடு நாய் மேலும் கீழுமாய் நடைபோட ஆரம்பித்துவிட்டது.

இனி சில முடிவுகளுக்கு வர முடிந்தது. குறியறிவிப்பைத் தொடர்ந்து எந்தத் தட்டிடம் செல்வதென்று முடிவு செய்யுமுன், நாய் நிலைமையை மதிப்பிட்டாக வேண்டியிருக்கிறது. அதன் புலன் உறுப்புகளிலிருந்தும் உள்ளுடல் ஏற்பிகளிடமிருந்தும் திரளாய் வந்து சேரும் செய்திகளை அது புரிந்துகொண்டாக வேண்டும். தான் உணவருந்தப் போவது சம்பந்தமான குறியறிவிப்புகளைத் தெரிந்தெடுத்து, செயலுக்குரிய திட்டம் ஒன்றை வகுத்தாக வேண்டும். இறைச்சித் துண்டு போடப்படப் போகும் தட்டை நோக்கிச் செல்லுதலும், உணவருந்துவதற்கான தயாரிப்பைக் குறிக்கும் மறிவினையான வாயில் எச்சி ஊறுதலும் இரைப்பை நீர்கள் சுரத்தலுமே இதன் விளைவுகளாகும்.

முன்புற மடல்கள் நீக்கப்பட்டதும் நடைபெறுவது என்ன? மணியோசை கேட்டதும் வாயில் எச்சி ஊறுகிறது. ஆனால் இயக்குச்செயற்பாடு நெறியாக்கக் குறியறிவிப்புடன் தொடர்பின்றி சுயேச்சையான முறையில் நடைபெறுகிறது. இயக்குச் செயற் பகுதி பொதுச் செயல் முறையிலிருந்து விலகித் தனித்து நின்று நடைபெறுவது போல் இருக்கிறது. நாயின் செயல்கள் ஒழுங்கு முறையின்றி நடந்தேறுகின்றன. முன்புற

மடல்கள் இல்லையேல் மூளையானது உள்ளும் புறமுமிருந்து வரும் பல்வேறு குறியறிவிப்புகளை ஒருங்கிணைக்கத் திறனற்று விடுவதாய்த் தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு தனிப்பட்ட குறியறிவிப்பும் அதன் பங்குடன் வளர்க்கப்பட்ட விளைவினைகளின் முழுத் தொடரையும் இப்பொழுது கிளர்த்திவிடும் திறனுடையதாகிவிடுகிறது. நாயின் செயற்பாடு தொடர்பற்ற அசைவுகளாய்ச் சீர்குலைந்துவிடுகிறது. எனவேதான் இந்த நாய், நிறத்திலோ உருவத்திலோ சர்க்கரை அல்லது ரொட்டியைப் போன்றதாயுள்ள சிறு பொருள்களை எடுத்து விழுங்க முற்படுகிறது. அது பொதுமைப்படுத்திப் பரிசீலிக்கும் திறனற்றதாகிவிடுகிறது; தானறியாத ஒரு பொருளை அது உணவெனக் கருதிக் கொள்வதற்கு சந்தர்ப்பவசமான ஒற்றுமையே போதுமானதாகிவிடுகிறது. ஆனால் ஊசலாட்ட அசைவுகள் காட்டுவது என்ன?

முன்புற மடல்களின் நீக்கம் பல்வேறு செய்கைகளையும் கால ஒழுங்கு செய்து கொள்வதில் மூளைக்குள்ள ஆற்றலைப் பாதிப்பதாய்த் தெரிகிறது. தேவையான அசைவுகள் தாமாகவே நடைபெறுவதுபோல, காலத்துக்கு முன்னதாகவே தொடங்கிவிடுகின்றன. மூளைப் புறணியின் மேற்பார்வை இல்லாமல் இந்த அசைவுகள் தானியங்கி முறையில் மாற்றமின்றி ஒரே உருப்படிவமாய் நடந்தேறுகின்றன.

முன்புற மடல் நீக்கத்துக்கு முன்பு நாயின் மறிவினைகள் எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு தானியங்கி முறையில் நடைபெற்றனவோ, அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு அறுவைக்குப் பிற்பாடும் நிலைபேறுடையனவாய் இருந்தன. இவ்வுண்மை மூளையானது மேற்பார்வை வேலைகளைக் கீழ்நிலை மண்டலங்களிடம் ஒப்படைத்து, சாத்தியமான முழு அளவுக்கு அவற்றைத் தானியங்கி முறையில் நடைபெறச் செய்ய முயலுகிறது

என்ற உடலியலாளர்களின் கருத்தை உறுதி செய்வதா யுள்ளது.

உணவு இல்லாதபோதும் ஊசலாட்ட அசைவுகள் நிற்காமல் நீடிப்பதானது மற்ருெரு வகையான கோளாறும் இருக்கலாம் என்பதைக் காட்டுகிறது: அதாவது, உணவு அளிக்கவல்ல செயல்கள் நினைவில் உறுதியாக நிலைநாட்டப் படவில்லை என்பதைக் காட்டுகிறது. ''போ, அல்லது வேண் டாம்—தட்டு காலியாயிருக்கிறது'' என்பதை உணர்த்தக் கூடிய குறியறிவிப்புகள், உரிய மூளை மண்டலம் நீக்கப் பெற்றுவிட்டபடியால், அவை சென்றடைய வேண்டிய இடத் துக்குப் போய்ச் சேரவில்லை, ஆகவே பயனற்ற அசைவுகள் திரும்பத் திரும்ப நடைபெறுகின்றன.

நீஞ ஷுமீலிஞ மூளையின் முன்புற மடல்களைத் தொடர்ந்து பல ஆண்டுகளாய் ஆராய்ந்து வந்துள்ளார். ஆயிரக்கணக் கான சோதனைகள் நடத்தியுள்ளார். தமது முடிவுகள் சரிதாஞ என்று சோதிப்பதற்காகத் திரும்பத் திரும்பப் பரீட்சைகள் செய்து பார்த்திருக்கிருர்.

முன்புற மடல் நீக்க அறுவை இயக்குச் செயற்பாட்டை யே பிரதானமாய்ப் பாதிக்கக் காரணம் என்ன? மூளையில் நடைபெறும் அறுவையின்போது பக்கத்திலுள்ள இயக்குப் பிரிவு சேதமடைந்துவிடுவதன் விளைவாய் இருக்குமோ இது? இவை போன்ற பலவும் குறித்து அவர் ஆராய்ந்துள்ளார்.

உறுதி பரீட்சைக்காகப் புதிய நாய்கள் தயார் செய்யப் பட்டன. இம்முறை மூளை முன்புற மடல்கள் நீக்கப்படாமல் விட்டு வைக்கப்படுகின்றன. ஜிப்ஸி என்ற நாயின் மூளை யிலிருந்து இயக்குப் பிரிவும், ரோவர் என்ற நாயின் மூளை யிலிருந்து கட்புலன் பகுதியும் நீக்கப்படுகின்றன. இரு நாய்க ளிடத்தும் குறிப்பிடத்தக்க நடத்தைக் கோளாறுகள் ஏற்படு

கின்றன. ஜிப்ஸியால் நிற்க முடியவில்லை; அதன் கால்கள் விரியப் பரந்து அதன் உடல் தொய்வுற்றுத் தரையைத் தொடுகிறது. திரும்பவும் அது நடக்கக் கற்றுக் கொண்டாக வேண்டும்.

ரோவருக்கும் நடப்பதற்குக் கடினமாகவே இருந்தது. ஆனால் இதற்குக் காரணம் வேறு. அதன் கண்பார்வை கெட்டு விட்டது. எது உணவுத் தட்டு, எது மரக்கட்டை என்று அதனால் கண்டு கொள்ள முடியவில்லை; நாற்காலிகளிலும் கதவுகளிலும் மோதிக் கொள்கிறது. ஆனால் இரண்டு நாய்களில் எதுவும் முன்னும் பின்னுமாய் ஊசலாடி அலையவில்லை. அவற்றின் நடத்தை முன்புற மடல் நீக்கப் பெற்ற நாய்களுடையது போலல்லாது, முற்றிலும் வேறு விதமாய் இருக்கிறது.

இதற்குப் பிற்பாடுதான் பேராசிரியர் அனோஹினும் அவருடைய கூட்டாளிகளும் பின்வருமாறு முடிவு செய்தனர்: உள்வரும் செய்திகளை ஒருங்கிணைத்தல், மதிப்பீடு செய்தல், பொதுமைப்படுத்துதல் ஆகிய வேலைகளை மேற்பார்வை செய்யும் சூட்சுமம் அல்லது சூட்சுமங்கள் மூளை முன்புற மடலில்தான் அமைந்திருக்க வேண்டும்.

''பல்வேறு வகைப் புறத் தூண்டல்களையும் ஒருங்கிணைப்பதற்குத் தனி சூட்சுமம் எதேனும் இருக்க வேண்டுமென்ற சந்தேகம் பல காலமாய் இருந்து வந்தது'' என்று பேராசிரியர் அனோஹின் கூறுகிறார். ''பேரவை விஞ்ஞானி பாவ்லவுடன் வேலை செய்கையில் நான் விஸ்குன் என்றொரு நாயை வைத்துச் சோதனை நடத்தினேன். இச்சோதனை பல ஆண்டுகளுக்கு நீடித்தது. ஒவ்வொரு தூண்டலுக்கும் விஸ்குனது விளைவினைகள் மாறுபாடு சிறிதுமின்றி சிறப்பான அளவுக்கு நிலையாய் இருக்கும் வண்ணம் இந்தச் சோதனைக்குத் தக்க நிலைமைகளை வகுத்துக் கொண்டோம். அதற்கு எவ்வளவு

எச்சி ஊறுமென்று முன்கூட்டியே திட்டமாய்க் கூறுமளவுக்கு அதன் விளைவினைகள் நிலையாய் இருந்தன.

''ஒரு சோதனையின்போது முதலாவது நெறியாக்கத் தூண்டலுக்கு எந்த விளைவினையும் ஏற்படாததைக் கண்டு நான் வியப்புற்றுவிட்டேன். நாயிடம் உடல்நலக் குறைவுக்கான அறிகுறி எதுவும் இல்லை. இது அதிசயமாகவே இருந்தது. ஆகவே நான் இதற்குரிய காரணத்தைத் தெரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு, சோதனை நடைபெற்ற அறையைப் பரிசீலனை செய்தேன்.

''ஒரு திரைக்குப் பின்னுல் மறைத்து வைக்கப்பட்டிருந்த உணவுத் தட்டில் ரொட்டித் தூளை நிரப்ப மறந்துவிட்டேன் என்பதை முடிவில் கண்டுபிடித்தேன். வழக்கமான ஒழுங்கு முறையில் ஏற்பட்ட இந்தத் தவறை நிவர்த்திச் செய்ததும், நெறியாக்கத் தூண்டல் வழக்கமான விளைவினைகளை உண்டாக்கிற்று; சோதனை திட்டப்படி நடந்தேறியது.

''தற்செயலாய் நிகழ்ந்த இந்தச் சம்பவத்துக்கு விளக்கம் என்ன? உடனே இது எனக்குத் தோன்றிவிடவில்லை. தட்டில் ரொட்டித் தூளை நிரப்புவது நெறியாக்கத் தூண்டலுக்கு நேரடியான காரணமாயில்லாவிடினும், இது போன்ற ஒரு காரணக்கூறு ஒதுக்கப்பட்டதும் தூண்டலே பயனற்றதாகிவிட்டதென்பது பிற்பாடு எனக்குத் தெளிவாய்த் தெரியலாயிற்று.

''இவ்வாருக, நெறியாக்கத் தூண்டல் உணவருந்துவதற்குரிய விளைவினையை உண்டாக்கக் காரணம் அது உணவுடன் சம்பந்தப்பட்டிருப்பது மட்டுமல்ல; எந்தப் பொதுச் சுற்றுச் சார்பினுல் மட்டும் பயனளிக்க முடியுமோ அதன் உள்ளடக்கக் கூறுகளில் ஒன்ருய் அமைந்திருப்பதும் காரணமாகும்.

''நெறியாக்கத் தூண்டலால் மட்டுமின்றி ஒட்டுமொத்தமாய்ச் சுற்றுச்சார்பின் ஒவ்வொரு கூறின் தூண்டலும்

அடங்கலாய் எல்லாத் தூண்டல்களின் முழுமொத்தத் தொகையாலும் பிராணியின் மூளை தொடர்ந்து ஊக்குவிக்கப் பெற்றுச் செயல்படுகிறது என்பதே இதன் பொருள்.''

செயல் நடைபெற வேண்டிய சுற்றுச்சார்பு பற்றிய தகவல் பிரத்தியேக விளைவினைக்குத் தயார் செய்கிறது; சூழ்நிலைமைகள் யாவற்றுடனும் இந்த விளைவினை நெருங்கப் பிணைந்தே நடந்தேறுகிறது. சுற்றுச்சார்பின் குறிப்பிடத்தக்க எந்தக் கூறு இல்லாமாற் போனாலும், விளைவினை ஏற்படுவ தில்லை.

பூர்வாங்கத் தகவல் அனைத்தும் மத்திய நரம்பு மண்டலத்துக்கு வந்து சேர்ந்துவிட்டதாய் வைத்துக் கொள் வோம். இது கட்டாயம் விளைவினையை உண்டாக்க வேண்டும் என்பதல்ல. நாயை வைத்துச் செய்யப்பட்ட சோதனைகள் யாவும் ஒரே அறையிலேயே நடைபெற்றன என்றால், நாளடைவில் இந்த அறையின் தோற்றமும், பிராணி கட்டிவைக்கப்படும் பெஞ்சும், சோதனையின் நிலை மைகளுமே எச்சி ஊறுவதற்குப் போதுமானவை என்பதாக நினைக்கத் தோன்றும். ஆனால் நெறியாக்கத் தூண்டல் கிடைக் கப்பெற்ற பிறகே எச்சி ஊறத் தொடங்குகிறது. இந்தத் தூண்டல் நின்றதும் எச்சி ஊறுவது நின்றுவிடுகிறது. ஆகவே சுற்றுச்சார்பைப் பற்றிய தகவலுடன்கூட, மறிவினையைத் ''துவக்கி வைக்க'' ஒரு குறியறிவிப்பும் அப்பிராணிக்கு வேண்டியிருக்கிறது. விளக்கை எரியவிடுவது, அல்லது மணி யோசை கேட்கச் செய்வது, இயந்திரத்தை ஓடச் செய்யும் விசைப்பொத்தானை அழுத்துவதற்கு ஒப்பான செயலாய் அமைகிறது.

எளிய பல செயல்கள் இது போன்ற ''உசுப்பும்'' குறி யறிவிப்புகளால் ஆரம்பித்து வைக்கப்படுகின்றன. உதாரண

மாய், சாப்பாட்டு நேர மணி அடிக்கிறது. உடனே உங்களுக்குப் பசி உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது: உங்கள் வயிற்றில் இரைப்பை நீர்கள் நிறைய சுரக்கத் தொடங்கிவிட்டன; இன்னும் சாப்பாடு பரிமாறப்படவில்லை என்றுலுங்கூட நீங்கள் சாப்பிடத் தயாராகிவிட்டீர்கள்.

நெறியாக்கக் குறியறிவிப்புக்கும் பிற செயல்களுக்கும் சம்பந்தம் இருப்பதாய்த் தெரியவில்லை. ஒரு சிறிய பொத்தானை அழுத்தியதும், ராக்கெட்டைச் செலுத்துவதற்குரிய சிக்கலான பல செயல்களின் தொடர் தொடங்கிவிடுவது போல, அல்லது சர்க்கஸ் ஆட்டத்தில் ''ஓய்யா!'' என்பது போன்ற குறியொலிகள் உத்தரவுகளாய் அமைந்து வரிசையான பல குட்டிக்கரணங்கள் அல்லது சுழலாட்டங்களை உசுப்பி வைப்பது போல, இந்த நெறியாக்கக் குறியறிவிப்பும் மறிவினைகளைத் துவக்கி வைப்பதற்கு மேல் அதிகம் செய்துவிடவில்லை.

இவ்வாறாக மறிவினையின் நரம்பு சூட்சுமத்தைத் தட்டிவிட்டுச் செயல்பட வைப்பதற்கு, ''சுற்றுச்சார்புத்'' தகவலும் ''துவக்கி வைக்கும்'' தகவலும் தக்கபடி இணைந்தமைவது அவசியமாயுள்ளது. இந்த இணைவு இல்லையேல் மறிவினை எதுவும் நடைபெறுவதில்லை. மூளை இவ்விரு வகைத் தகவல்களையும் பெற்று இரண்டையும் ஒத்திட்டுப் பார்த்தாக வேண்டியிருக்கிறது. இது செய்யப்படாவிட்டால், செயல் சிதைந்துவிடுகிறது.

ஒத்திட்டுப் பார்க்கும் இந்த பகுப்பாய்வுப் பொறி—மூளையினுள் அமைந்த ஒரு வகை மூளையான இது—மூளையின் முன்புறப் பகுதியில் இருக்கிறது என்பது இப்பொழுது நமக்குத் தெரியும். இங்கு பல்வேறு தகவல்களும் ஒத்திட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன; அவற்றினிடையே காரணகாரியத்

தொடர்புகள் நிறுவப்படுகின்றன; அவை யாவும் பொது மைப்படுத்தப்பட்டு, கருத்தியலான எண்ணங்கள் உருவாக் கப்படுகின்றன. இப்பகுதிக்கு ''இயைவாக்க மண்டலங்கள்'' என்று பெயர். மூளையின் வரைபடத்திலிருந்து, மர்ம இடமா யிருந்த மற்ருெரு காலி இடம் இவ்வாறு அகற்றப்பட்டது.

"அலாரம் கடிகார"மும் "காலக் கணிப்புக் கருவி"யும்

பத்துப் பன்னிரண்டு ஆண்டுகளுக்கு முன்பு, மூளைக்கும் முதுகுத் தண்டுவடத்துக்கும் இடைப்பட்ட ஓரிடத்தில், நரம்பு மண்டலத்தில் இதுகாறும் அதிகக் கவனத்துக்குரிய தாகக் கருதப்படாத ஒரு பிரிவில், தனிச் சிறப்புடைய ஒரு சூட்சுமம் இருப்பது கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. உலகெங்கும் உடலியலாளர்கள் இந்தப் புதிய கண்டுபிடிப்பை ஆராய் வதில் அவசரமாய் ஈடுபட்டனர். இந்தக் கண்டுபிடிப்பு உடலியலில் கடந்த நூறு ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்துள்ள மிகப் பெரிய கண்டுபிடிப்பாகுமெனப் பேராசிரியர் அனோஹின் கருதுகிருர்.

''இவ்விடத்தில் குறிப்பிடத்தக்கதாய் எதுவும் இருக்கு மென நாங்கள் எதிர்பார்க்கவே இல்லை'' என்று அவர் கூறு கிருர். ''நீங்களே பாருங்களேன்: சிந்தனையின் விந்தைமிகு ஆய்வகமாய் விளங்கும் மூளையின் மேற் பிரிவுகளில் இயற்கை யாகவே உலகெங்கும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் முழுக் கவனம் செலுத்துகிருர்கள். இப்பிரிவுகளில் கண்டறிய வேண்டியவை ஏராளம் இருக்கின்றன; இங்கு ஒவ்வொரு புதிய கண்டுபிடிப் பும் ஒரு பெரிய ஞானோதயமாய் அமைகிறது. இப்பிரிவு களுக்கு அடியில் நன்கு ஆராய்ந்தறியப்பட்டுவிட்டதாய்க் கூறக்கூடிய முதுகுத் தண்டுவட உயிரணுக்களாலான

தானியங்கி நரம்பு சூட்சுமம்—அல்லது பல சூட்சுமங்களின் தொகுப்பு எனலாம் — இருக்கிறது. இவை இரண்டுக்கு மிடையே, தண்டுவடத்தையும் மூளை அரைக்கோளங்களையும் இணைத்திடும் மூளைத் தண்டு [brain stem] இருக்கிறது.

''நெடுங்காலமாய் இது விவரமாய் எடுத்துரைக்கப்பட்டும், அமைப்பியல் விளக்கப் படங்களில் சித்தரிக்கப்பட்டும் வந்துள்ளது. ஏறத்தாழ டெக்கார்ட் காலத்திலிருந்தே, இது அதிக மாறுபாடு எதுவுமின்றி அப்படியே படத்துக்குப் படம் எடுத்தாளப்பட்டு வந்திருக்கிறது. யாரும் இதில் அதிக கருத்து செலுத்தியதாய்த் தெரியவில்லை. இதன் நரம்பணுக்கள் மூளைப் புறணியில் இருப்பது போல அடுக்குகளாகவோ, புறணியடிப் பகுதிகளில் இருப்பது போல முடிச்சுக்களாகவோ இல்லாமல், மெல்லிய வலையைப் போலமைந்து மூளைத் தண்டில் பரவியிருப்பது கவனிக்கப்பட்டது. எனவே தான் இவ்வமைப்பு ''வலையமைப்பு'' [reticular formation] என்று அழைக்கப்படலாயிற்று.

அமெரிக்க நாட்டவரான எச். டபிள்யூ. மாகூனும், இத்தாலிய நாட்டவரான ஜி. மொரூஸியும் இந்த வலையமைப்புடன் மின்வாயை இணைத்துப் பார்த்தனர். விளைவு அவர்கள் சிறிதும் எதிர்பாராததாய் இருந்தது. மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்டதும், கூண்டுக்குள் ஒரு மூலையில் ஏதோ மும்முரமாய் வேலை செய்து கொண்டிருந்த சோதனைக் குரங்கு திடுமென தலையை உயர்த்தி ''என்ன சேதி? என்ன செய்தீர்கள்?'' என்று கேட்பது போல அந்த ஆராய்ச்சியாளர்களை உற்றுப் பார்த்தது. குரங்கு பயப்படவோ, கோபங் கொள்ளவோ இல்லை. கண்ணுக்குத் தெரியாத ஏதோ ஒன்று மெள்ள மூளைப் புறணியில் தட்டி மூளையைத் தயாராகும்படி எச்சரித்தால் எப்படியோ அப்படி இருந்தது. உடனே மூளை விழிப்புற்று,

புதிய குறியறிவிப்புகளை எதிர்பார்த்துத் தயாராய் இருந்தது போலக் காணப்பட்டது.

வலையமைப்பு ஒரு வகை அலாரம் கடிகாரமாய்ச் செயல்பட்டு மூளைப் புறணியைத் தட்டியெழுப்பிச் செயலுக்குத் தயார்ப்படுத்துவதாய்த் தோன்றுகிறது. ''விழிப்புற்ற'' புறணி புலன் உறுப்புகளிலிருந்து வரும் குறியறிவிப்புகளைப் பகுத்தாயவும் தனது நினைவுக் களஞ்சியத்திலிருந்து தேவையான விவரங்களை வெளிக் கொண்டுவரவும் தயாராகிவிடுகிறது.

இந்தச் சோதனைகளின் பலன்கள் வெளியிடப்பட்டதும் இந்தப் புதிய கோட்டைமீது தாக்குதல் துவக்கப்பட்டது. வலையமைப்பு அகற்றப்பட்டதும் குரங்குகள் நிரந்தர உறக்கத்தில் ஆழ்ந்துவிட்டன. மூளைக்கும், அதனைப் புலன் உறுப்புகளுடனும் தசைநார்களுடனும் இணைக்கும் நரம்புப் பாதைகளுக்கும் ஊறு உண்டாகவில்லை என்ற போதிலும், அந்தப் பிராணிகளால் குறிக்கோள் வழிப்பட்ட எந்த அசைவையும் செய்ய முடியவில்லை; சுற்றுச்சார்புக்கு ஏற்ப அவற்றால் செயல்பட முடியவில்லை. மூளை செயலற்று அடங்கிவிட்டாற் போல ஆகிவிட்டது.

உடலின் எண்ணற்ற புலனறி ஏற்பிகளிடமிருந்து வரும் நரம்பு இழைகள் பக்கவாட்டில் செல்லும் கிளைகளைப் பெற்றுள்ளன. இந்தக் கிளைகள் மூளைத் தண்டின் வெளிப் பகுதி வழியே செல்கின்றன. கண்காணிப்பு மையத்திலிருந்து ஆமோதிப்பு வந்தாலொழிய மூளையானது உடலின் ஏற்பிகளிடமிருந்து வரும் குறியறிவிப்புகளுக்கு விளைவினைகள் புரிவதில்லை. இந்த ஆமோதிப்பு கிடைத்த பிறகே அது இக்குறியறிவிப்புகளைக் கண்டு கொள்ள முற்படுகிறது. அப்படியானால், வலையமைப்புக்கும் மூளைப் புறணிக்குமிடையே நேரடி நரம்பு

இணைப்புகள் இருக்க வேண்டும் என்ருகிறது. மூளைத் தண்டின் உட்பகுதியிலிருந்து புறணிக்குச் செல்லும் நரம்பு இழைகள் மூலம் இந்த இணைப்புகள்நிறுவப்படுவது தெரியலாயிற்று. இதன்றி வலையமைப்பு கீழ்நோக்கிச் செல்லும் இழைகளால் தண்டு வடத்துடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கும் எதிர்பாராத உண்மையும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. முற்றிலும் தானியங்கி முறையிலே செயல்படுவதாய்த் தோன்றும் தண்டுவடத்தின் செயற்பாட்டிலும் வலையமைப்பு பங்கு கொள்கிறது என்பதைச் சோதனைகள் உறுதிப்படுத்தின. தசைநார்களை அது செயலுக்குத் தயார் நிலையில் வைத்துக் கொள்கிறது. அவசர நிலைமைகளில் மிக வேகமான மறிவினை அசைவுகளைத் துவக்கி வைக்கிறது. வேறு விதமாய்க் கூறினல், வலையமைப்பானது தானியங்கி முறையில் செயல்படும் மறிவினை சூட்சுமத்தின் விசையை உசுப்பி விடுகிறது. அது மட்டுமல்ல, இந்த சூட்சுமத்தின் தன்மையையும் வலையமைப்பு மாற்றுகிறது.

முழங்கால் முட்டில் சரியான இடத்தில் திடீரென்று நறுக்கெனத் தட்டியதும், கால் வெடுக்கென உதைக்கிறது. இதற்கு முழங்கால் சில் மறிவினை என்று பெயர். முழங்கால் முட்டில் தட்டும்போது வலையமைப்பினுள் மின்னேட்டம் செலுத்தப்பட்டால், கால் மேலும் கடுமையாய் உதைக்கிறது. இந்த வியத்தகு நரம்பு மண்டல சூட்சுமம் உள்ளார்ந்த ஏதோவொரு தடையை நீக்கித் தசைநார்களுக்கு அதிகச் செயல் சுதந்திரம் அளிப்பது போலத் தோன்றுகிறது. வலையமைப்பின் மேற்பகுதியைத் தூண்டும்போதுதான் இவ்வாறு நடைபெறுகிறது. இதற்குப் பதில் அடிப்பகுதியைத் தூண்டினல், தசைநார் செயற்பாடு தடையுறுத்தப்படுகிறது. இவ்வாருக, வலையமைப்பு தசைநார்களின் சுருங்குதலை

ஒழுங்கியக்குகிறது. வலையமைப்பு இல்லாவிடில் அசைவுகள் வெடுக்கென வெட்டியிழுத்து நடைபெறுகின்றன.

வலையமைப்பு குறித்து நமக்குத் தெரிந்த விவரங்களைத் தொகுத்துச் சுருக்கமாய் இவ்வாறு கூறலாம்: மூளைப் புறணிக்கு வரும் தகவல்களையும், மூளைப் புறணி அனுப்பும் உத்தரவுகளையும் அது இடைமறிக்கிறது.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் மேல்நிலை, கீழ்நிலைப் பகுதிகளின் வேலைகளை ஒழுங்கியக்குவதுடன், வலையமைப்பானது அவற்றை நோக்கிச் சென்று கொண்டும் அவற்றிடமிருந்து வந்து கொண்டும் இருக்கும் தகவல் போக்குவரத்திலும் தலையிடுகிறது என்பது அண்மையில் நிலைநாட்டப்பட்டிருக்கிறது. உதாரணமாய், தசைநார்களின் ''புலன் உறுப்புகளிலிருந்து'' மூளைக்கு வரும் தூண்டல்களின் அதிர்வை அதனால் அதிகரிக்கவோ குறைக்கவோ முடிகிறது; இத்தூண்டல்கள் எடுத்துச் செல்லும் தகவலின் தன்மையை இவ்வாறு அதனால் மாற்ற முடிகிறது.

விதிவிலக்கின்றி எல்லாப் புலன் உறுப்புகளிலிருந்து வரும் தகவலையும் வலையமைப்பினால் பாதிக்க முடிகிறது என்பது தெரிய வந்தது. சில சந்தர்ப்பங்களில் இந்த அரிய அமைப்பு நேரடியாகப் புலனறி ஏற்பியின்மீதே செயல்படும் திறன் பெற்றிருக்கிறது: உதாரணமாய், ஒலிக் குறியறிவிப்புகளின் தன்மையை அதனால் காதிலேயே நிர்ணயித்துவிட முடிகிறது.

பெரும்பாலும் வலையமைப்பு நரம்புத் தூண்டல்களைத் தடையுறுத்துகிறது. இவ்வாறு அது புலன் உறுப்புகளிலிருந்து வரும் தகவல்களின் அளவைக் குறைக்கிறது. விழிப்புணர்வு மிக்கக் காவலராளாக நின்று, அது முக்கியமல்லாத குறியறிவிப்புகளின் தொல்லையிலிருந்து மூளையைப் பாதுகாக்கிறது; முக்கியத்துவம் வாய்ந்த, இன்னும் குறிப்பாய் அபாயத்தை

அறிவிக்கும் விசேஷத் தகவல்கள் வந்ததும், உடனே விழிப்புடன் செயல்படுகிறது. வேண்டாத அல்லது இரண்டாந்தர முக்கியத்துவமுடைய தகவல்களை வடிகட்டி ஒதுக்கி அது, மிக முக்கிய பணிகளிலே மூளை தனது கவனத்தை ஒன்று குவிக்க வழி செய்து கொடுக்கிறது.

பின்வரும் சோதனை இதனை ஊர்ஜிதம் செய்கிறது. மைக்கில் தட்டி, படுத்துக் கிடந்த ஒரு பூனையின் தூக்கம் கலைக்கப்பட்டது. இந்தப் புதுவகை சப்தத்தைப் பூனையின் மூளை பதிவு செய்து கொண்டது. மூளைப் புறணியின் செவிப்புலன் பிரிவில் உயிர் மின்னோட்டங்கள் தோன்றின. பிறகு இந்தத் தட்டலுடன்கூடவே, பூனையின் முன்னால் ஒரு எலி விடப்பட்டது. உடனே செவிப்புலன் பிரிவின் மின் செயற்பாடு குறைந்து விட்டது. வலையமைப்பிலிருந்து கிடைத்த குறியறிவிப்பினால் பூனையின் கவனம் எலியின் பக்கம் திருப்பப்பட்டுவிட்டது. வலையமைப்பானது கட்புலன் மையத்தை உசுப்பிவிட்டது. 'எலி' இருப்பதன் தூண்டலே முக்கியமானதாகையால், காதுகளிடமிருந்து வந்த குறியறிவிப்புகளை வலையமைப்பானது செவிப்புலன் நரம்புப் பாதையின் முதலாவது சந்திப்பிலேயே நிறுத்தி, அருகாமையில் ஒரு வகை ஓசையின் ஆதாரம் இருக்கிறது என்பதை மூளை உணர்வதற்குப் போதுமான செவிப்புலன் தகவல் மட்டும் மூளைக்குப் போய்ச்சேர வழி விட்டது. இம்முறையில் ''அருகாமையில் இரை இருக்கிறது'' என்ற முக்கியமான தூண்டலில் மூளை தன் முழு கவனத்தையும் செலுத்த வசதி செய்து தரப்பட்டது.

வலையமைப்பின் வேலைகளையும் அதன் உள்ளமைப்பையும் மேலும் மேலும் ஆராய்ந்தபோது, நரம்பு மண்டலத்தின் பல்வேறு பிரிவுகளுடனும் வலையமைப்பானது இன்னும் பல விரிவான தொடர்புகளால் இணைக்கப்பட்டிருப்பது

தெரியலாயிற்று. உதாரணமாய், மூளைத் தண்டிலிருந்து நரம்பு இழைகள் பிரிந்து சென்று வலையமைப்பை நாளமில் சுரப்பிகளின் செயலை ஒழுங்கியக்கும் பிட்யூட்டரி சுரப்பியுடன் இணைப்பது காணப்பட்டது. பிட்யூட்டரி சுரப்பி அதற்குக் கீழ்ப்பட்ட கணையம் [pancreas], அட்ரினல், தைராய்டு, மற்றும் பல சுரப்பிகளைப் பாதிக்கும் இரசாயனப் பொருட்களை உற்பத்தி செய்கிறது. இதற்கேற்ப இந்தச் சுரப்பிகள் தமக்குரிய ஹார்மோன்களைச் சுரக்கின்றன; இந்த ஹார்மோன்களால் உள் உறுப்புகளின் செயற்பாடு பாதிக்கப்படுகிறது.

மூளையின் மற்றொரு காவலனை ''பிரதான காலக் கணிப்புக் கருவி'' அருகாமையில்தான் அமைந்திருக்கிறது. வலையமைப்பைப் போல இது அவசர நேரங்களில் மூளைப் புறணியைத் தட்டியெழுப்பி உஷார் செய்வதில்லை. அதற்குப் பதில், உடலினுள் நடைபெறும் எல்லா நிகழ்ச்சிப்போக்குகளும் பின்பற்ற வேண்டிய சந்தத்தை அது அமைத்துக் கொடுக்கிறது. நமது உடலின் வெப்பநிலை, இரத்த அழுத்தம், இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பு அணுக்களின் எண்ணிக்கை, இரத்தத்தின் வாயு இயைபு, உடலின் கொழுப்பு, கரிமநீரதை உள்ளடக்கம், இருதயத் துடிப்பின் விகிதம், சிறுநீரகம் அல்லது நுரையீரல் செயற்பாடு ஆகிய யாவும் நாள் அளவின் அடிப்படையிலான மாறுபாடுகளுக்கு உள்ளாகின்றன. நமது உடலின் இந்தச் சந்தங்கள், மறைந்து இயங்கும் ஒரு கடிகார அமைப்பால் ஒழுங்கியக்கப்படுவது போல முறை தவறாது நடந்தேறுகின்றன.

உயிரமைப்பிலிருந்து வெட்டியெடுக்கப்பட்ட திசுக்களிலும் மற்றும் ஒற்றையணு உயிர்களிலும் கால ஒழுங்கு முறையில் மாறுதல்கள் ஏற்படக் காண்கிறோம். ஒவ்வொரு உயிரணுவின் வளர்சிதை மாற்றமும் உயிரணுக் கருவின் பருமனும்

நாள் அளவிலான காலச் சுழற்சியின் பிரகாரம் வேறுபாடடை கின்றன. உள்ளுடல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் மாறுதல்கள் சுற்றுச்சார்பின் மாறுதல்களது கிரமத்தைப் பின்பற்றுவதாய் ஆதியில் கருதப்பட்டுவந்தது. நமது பூமி அச்சு வழியில் சுழலு கிறது; பகலைத் தொடர்ந்து இரவு வருகிறது; வெளிச்சமும் இருளும், வெப்பமும் குளிரும் இடையறுது மாறிமாறி வரு கின்றன. உயிரமைப்புகள் இந்த மாற்றங்களுக்குத் தம்மைத் தகவமைத்துக் கொண்டு இயற்கையின் நடையைத் தாமும் பின்பற்றுவதாய்த் தோன்றின.

ஆனால் புவிக் கோளத்தின் நிலையிருப்பான புள்ளியாகிய தென் துருவத்தில் நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் நமது உள் ளுடல் ''கடிகாரத்தின்'' சந்தம் பூமியின் சுழற்சியைச் சார்ந் திருக்கவில்லை என்று காட்டின. ஈரப்பதமும் வெப்பநிலையும் வெளிச்சமும் மாற்றமின்றி ஒரே நிலையில் வைக்கப்பட் டிருக்கும் அறையினுள் ஒரு பிராணி இருத்தப்படும் போதுங் கூட வாழ்வின் சந்தம் அதற்குரிய பிரமாணத்தின்படியே அமைந்துள்ளது. உடலின் ''காலக் கணிப்புக் கருவி'' முற் றிலும் சுயேச்சையானதாகத் தோன்றுகிறது. பிராணிகளின் உடல் வெப்பநிலையை 0° சென்டிகிரேடுக்குக் குறைத்தபோது அதன் ''காலக் கணிப்புக் கருவி'' நின்றுவிட்டதாகத் தோன் றிற்று; வளர்சிதை மாற்றத்தில் சந்த முறையிலான மாறுபாடு கள் காணப்படவில்லை. திரும்பவும் வெப்பமூட்டப்பெற்று உயிர்ப்பிக்கப்பட்டதும் ''காலக் கணிப்புக் கருவியும்'' ஓடத் தொடங்கிவிட்டது. ஆனால் சோதனைப் பிராணி ''குளிர்ந்த'' நிலையில் இருந்த அதே ஆறு அல்லது எட்டு மணி நேரம் ஒப்பீட்டுப் பிராணியின் ''காலக் கணிப்புக் கருவிக்குப்'' பின்தங்கிவிட்டது; அதன் செயற்பாட்டுச் சுழல்கள் யாவும் இதற்கேற்பப் பிறழ்ந்துவிட்டன.

உடலில் பல வகையான ''கடிகாரங்கள்'' இருப்பதாய் விஞ்ஞானிகள் முடிவு செய்திருக்கிறார்கள். ஒவ்வொரு உயிரணுவும், ஒவ்வொரு உறுப்பும் அதற்கென தனியே ஒரு ''காலக் கணிப்புக் கருவியைப்'' பெற்றிருக்கிறது. ''தலைமைக் காலக் கணிப்புக் கருவி'' மூளையினுள் இருக்கிறது. உடலின் வெப்பநிலை, நீர்-உப்பு, கரிமம், கொழுப்பு இம்மூன்றின் வளர்சிதை மாற்றம், நாளமில் சுரப்பிகளின் செயற்பாடு ஆகியவற்றை ஒழுங்கியக்கும் நரம்பு மையங்கள் காணப்படும் மூளைப் பகுதியே இந்தத் ''தலைமைக் காலக் கணிப்புக் கருவியாகச்'' செயல்படுகிறது.

இனி சுருக்கமாய்த் தொகுத்துக் கூறுவோம். மூளைத் தண்டுதான் நரம்புப் பாதைகள் குறுக்கிடும் இடமாகும். உள்ளுடல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் ''காலக் கணிப்புக் கருவியும்'' மத்திய ஒழுங்கியக்க சூட்சுமமும் மூளைத் தண்டில்தான் இருக்கின்றன. இந்த மைய ஒழுங்கியக்க சூட்சுமம் மூளையின் ஒரு வகைக் காவலாளனாகச் செயல்படுகிறது. அது மூளைப் புறணியை எச்சரிக்கை செய்து உஷாராய் இருக்கச் செய்கிறது; மற்றும் தண்டுவடத்தின் தானியங்கி சூட்சுமங்களின் செயற்பாட்டையும் நரம்பு மண்டலத்தின் எல்லா எளிய ஒழுங்கியக்கிகளின் செயற்பாட்டையும் சரியான நிலையில் வைத்திருக்கிறது.

நுரையீரல், இருதயம், தசைநார்கள், கண்கள், காதுகள், முதலானவற்றில் எதிலிருந்து குறியறிவிப்புகள் வந்தாலும், அவை வலையமைப்பின் வழியே சென்ற பிறகே மூளைக்குப் போய்ச் சேருகின்றன. இந்த வலையமைப்பு மூளையைத் ''தட்டியெழுப்புகிறது''. மூளையின் உயிர் மின்னோட்டங்களைக் காட்டும் மின்மூளைநெளிவரைகள் இதனைத் தெளிவாய்ப் புலப்படுத்துகின்றன.

செவிப்புலன் அல்லது கட்புலன் நரம்பு வழியே வரும் ஒரு தூண்டல் மூளையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை மட்டுமே கிளர்த்திவிடுகிறது. மூளைப் புறணியின் செவிப்புலன் அல்லது கட்புலன் பிரிவுக்கு வெளியே அத்தூண்டல் பரவிச் செல்வதில்லை. அது வட்டார முக்கியத்துவமே கொண்டது எனலாம்.

ஆனால் மூளையின் பல்வேறு பிரிவுகளின் பரஸ்பரச் செயற்பாட்டுக்கு இது போதாது. இந்தப் பரஸ்பரச் செயற்பாடு இல்லையேல், மனப்பாடம் செய்தல், கட்புலன் அல்லது செவிப்புலன் அளித்திடும் தகவல்களைக் காரணகாரியத் தொடர்புபடுத்தி மதிப்பிடுவது போன்ற எந்தச் சிந்தனைச் செயல்முறையும் நடந்தேற முடியாது. வலையமைப்பின் எச்சரிக்கை செயற்பாடு, புறணி நரம்பணுக்கள் கிளர்த்தப்படுவதற்கு வழி வகுத்திடுவதில்தான் அடங்கியுள்ளதாய்த் தெரிகிறது. இம்முறையில் அது வெவ்வேறு நரம்பு மையங்களையும் வந்தடையும் எண்ணற்ற நரம்புக் குறியறிவிப்புகளிடையே இணைப்புகள் நிறுவிக் கொள்ள மூளைக்குத் துணை புரிகிறது.

இன்ப மையம்

அந்த எலிக்கு அளவிலா மகிழ்ச்சி. இன்பப் பூரிப்பால் மெய்யாகவே அது களி நடனம் புரிகிறது. இப்படி அது ஆனந்தப்படுவதற்குக் காரணம் என்ன? நான் சுற்றிலும் பார்க்கிறேன், அதன் கூண்டைப் பரிசீலிக்கிறேன். ஒரு மூலையில் காலியாயிருக்கும் உணவுத் தட்டைத் தவிர கூண்டினுள் வேறு எதுவும் இல்லை. எலியின் மகிழ்ச்சிப் பெருக்கிற்கு வெளிப்படையான காரணம் எதுவும் இருப்பதாய் எனக்குத் தெரியவில்லை.

''இந்த மிதிகட்டைதான் அதற்கு இத்தனை ஆனந்த மளிக்கிறது'' என்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் எனக்கு எடுத் துரைத்தனர்.

''அது எப்படி?''

''காலால் மிதிகட்டையை அது மிதித்து அழுத்துவதைப் பாருங்கள்.''

உண்மைதான், கூத்தாடும் போதே அடிக்கடி மிதிகட்டை யை அது மிதித்து அழுத்திவிட்டுச் செல்கிறது. அதனுடைய ஆட்டத்துக்குத் தடையில்லாதபடி மெல்லிய கம்பி ஒன்று அதன் தலையிலிருந்து நீண்டு செல்வதைக் காண்கிறேன்.

''மின்வாயா?'' என்று கேட்கிறேன்.

''ஆம், மிதிகட்டையை அழுத்தியதும், இக்கம்பியினுள் மின்னோட்டம் பாய்கிறது. மூளையை மின்விசையால் தூண் டும் ஏனைய பல சோதனைகளைப் போன்றதுதான் இது. ஆனால் இங்கு எலி தானே விசையைத் தட்டி மின்னோட்டத்தைத் துவக்கிக் கொள்ள முடிகிறது.''

''ஏன் அது தன்னைத் தானே துன்புறுத்திக் கொள்ள வேண்டும்?''

''துன்புறுத்துவதாய் இல்லை என்பதால்தான்'' என்று சொல்லி ஆராய்ச்சியாளர்கள் சிரித்துக் கொண்டனர்.

''தன் மூளையினுள் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்திக் கொள் வதன் மூலம் எலி இன்பமடைகிறது என்று சொல்கிறீர்கள்?''

''ஆமாம். எலியின் மூளையினுள் 'இன்ப மையத்தில்' மின்வாய் பதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இந்த மையத்தின் நரம் பணுக்கள் தூண்டப்பட்டதும் அவை இன்ப உணர்ச்சி ஊட்டு கின்றன. மின் சுற்றிலிருந்து மிதிகட்டையைத் துண்டித்து விட்டால், மிதிகட்டையில் தனக்குள்ள அக்கறையை எலி விரைவில் இழந்துவிடுகிறது.''

இந்தச் சோதனையை முதலில் நடத்திய ஆங்கிலேய உடலியலாளர் ஜேம்ஸ் ஓல்ட்ஸ், உணவைக் காட்டிலும் இன்ப மையத்தைத் தூண்டிவிட்டுக் கொள்வதிலேதான் எலி அதிக நாட்டங் கொண்டிருந்தது என்று எழுதினார். பசி அதிகமாயிருந்தாலும், மிதிகட்டையை அழுத்தி இன்பம் பெற முடிந்த வரையில் அது உணவில் கவனம் செலுத்தவே இல்லை. ஒரு சோதனையில், ஓயாமல் இருபத்தினான்கு மணி நேரம் மிதிகட்டையை அழுத்திக் கொண்டிருந்தது. முடிவில் களைப்பு தாங்க முடியாமல் மயங்கி விழுந்துவிட்டது.

மூளையினுள் பல்வேறு இடங்களிலும் பல்வேறு ஆழங்களிலும் மின்வாயைப் பதித்து ஜேம்ஸ் ஓல்ட்ஸ் இன்ப மையத்தின் வரம்புகளை வரையறை செய்தார். இன்ப மையத்தின் நடுவில் மின்வாய் பதிக்கப்பட்டபோது எலியின் இன்பப் பூரிப்பு உச்சநிலையை அடைந்தது. இந்நிலையில் அது ஒரு மணி நேரத்துக்குள் 8,000 முறை மிதிகட்டையை அழுத்திற்று. இம்மையத்தின் வரம்புக்கு அருகே மின்வாயை அமைத்த போது, விளைவினை அவ்வளவு எடுப்பாயில்லை. முன்பு போல் எலி அவ்வளவு ஆர்வமாய் மிதிகட்டையை அழுத்தவில்லை; எளிதில் அதன் கவனத்தை வேறு திசையில் திருப்ப முடிந்தது. மின்வாயை நடுவிலிருந்து மேலும் தொலைவில் அமைத்ததும், நேர் எதிரான விளைவு ஏற்படலாயிற்று. அதிருப்தி அல்லது அச்சத்துக்கான அறிகுறிகள் வெளிப்பட்டன. தூண்டலைத் தவிர்த்துக் கொள்ள வேண்டுமென்று எலி மிகவும் எச்சரிக்கையுடன் நடந்து கொண்டது. தொடர்ந்து இதே இடத்தைத் தூண்டிவிட்டு வந்ததும், இது வரை சாதுவாய் இருந்த பிராணி இப்பொழுது கடுங் கோபத்துடன் சோதனையாளர் மீது பாய முற்பட்டது.

உடலியலாளர் தெல்காடோ இதையொத்த ஒரு சோதனை நடத்தி இரு பிராணிகள் ஒன்றின்பால் ஒன்று கொண்டிருந்த மனப்போக்கையே மாற்றிக் கொள்ளும்படிச் செய்தார். ஒரே கூண்டில் மிகுந்த நேச முறையில் வாழ்ந்து வந்த இரு பூனைகளில் ஒன்றின் மூளையினுள் மின்வாயைப் பதித்து அதன் வழியே முறையாய் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தி வந்தார். அந்தப் பூனை இதுகாறும் அதன் நேசத்துக்குரியதாய் இருந்த தனது சகாவைச் சீற்றத்துடன் பார்த்து உறுமியது, நகத்தால் பிராண்டிற்று, இறுதியில் அதன் மென்னியில் பாய்ந்தது. இன்னொரு சோதனையில் தெல்காடோ இயற்கையாகவே ஒன்றுக்கொன்று பகைமையான இரு இனங்களைச் சேர்ந்த குரங்குகளை நெருங்கிய நண்பர்களாகும்படிச் செய்தார். மூளையின் புறணியடிப் பகுதிகளை மின் வழியில் தூண்டிவிட்டு அவர் இதைச் செய்தார்.

மூளையின் ஆழ் மட்ட அடுக்குகளே மனிதனின் உணர்ச்சிப் பாங்குக்கும் மனநிலைக்கும் காரணமாய் இருப்பவை என்பது நெடுங்காலத்துக்கு முன்னே தெரிந்ததுதான். புறணியடிப் பகுதியானது உள்ளுறுப்புகள் யாவற்றிடமிருந்தும் அவையவற்றின் ''நிலை'' குறித்து அனுப்பப்படும் குறியறிவிப்புகளுக்கு ஒரு வகைக் களஞ்சியமாய் அமைகிறது. உடலினுள் யாவும் நல்ல நிலையில் இருக்கையில், இயல்பாகவே ஒருவரின் மன நிலை நன்றாயிருக்கிறது, அவர் குதூகலமாய் இருக்கிறார். ஏதேனும் கோளாறு ஏற்பட்டதும் மனநிலை மாறிவிடுகிறது; அவர் ஜீவ களை இழந்துவிடுகிறார், சோர்விலோ கவலையிலோ ஆழ்ந்துவிட்டது போன்ற உணர்வு உண்டாகிறது. சேச்செனவ் எழுதியது போல, ''ஒருவரின் மனநிலை அவருடைய உடலின் நிலவரங்களைப் பிரதிபலிக்கும் ஒரு வகை 'ஒட்டுமொத்த உணர்ச்சியே' ஆகும்.''

புறணியடிப் பகுதிக்குப் பாவ்லவ் மிகுந்த முக்கியத்துவம் அளித்து வந்தார். ஆயினும் பல காலத்துக்குப் பிற்பாடே உடலியலாளர்கள் இதில் கவனம் செலுத்தத் தொடங்கினர். அண்மைக் காலத்தில், முக்கியமாய் இன்ப மையம், அச்ச மையம் ஆகியவை போன்ற சிக்கலான நரம்பு அமைப்புகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டபின், விஞ்ஞானிகள் மூளையின் இந்த அடியாழப் பகுதிகளில் அதிக கவனம் செலுத்த முற்பட்டிருக்கிறார்கள். புறணியடிப் பகுதிக்கும் மூளைத் தண்டிலுள்ள வலையமைப்புக்குமிடையே இணைப்புகள் இருப்பதை அவர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். உண்மையில் மூளைத் தண்டானது நமது உணர்ச்சிகளுக்குக் காரணமான நரம்பணு முடிச்சுக்களின் மண்டலங்களுடன் ஒன்றுகலந்துவிடுகிறது. ''இன்ப மையமும்'', ''அச்ச மையமும்'' உண்மையில் மூளைத் தண்டின் தலைப்பகுதியிலேதான் அமைந்திருக்கின்றன. ஆகவே இம்மையங்கள் தூண்டப்பட்டதும், குறிப்பிட்ட மன உணர்ச்சிகளை உண்டாக்காமல், பொதுவான பூரிப்பு, இன்பம், அதிருப்தி அல்லது அச்சத்துக்குரிய மனநிலையை உண்டாக்குவதில் வியப்பில்லை. இங்கும்கூட, வலையமைப்பானது ''இன்ப'' அல்லது ''அதிருப்தி'' உணர்வுக்காக மூளையின் குறிப்பிட்ட பகுதியை (இச்சந்தர்ப்பத்தில் புறணியடிப் பகுதி) எச்சரிக்கை செய்கிறது.

ஆயினும் சில நேரங்களில் மூளையின் நிலையும் ஒருவரது அல்லது ஒரு பிராணியினது நடத்தையும் இருவேறு தன்மையனவாய் இருக்கக் காண்கிறோம். பைசஸ்டிமீன் [physostimine] எனப்படும்பொருள் இரத்தத்தில் செலுத்தப்பட்டதும், மூளைப் புறணியில் ''பொது எச்சரிக்கைக்'' குறியறிவிப்பினால் உண்டாக்கப்படும் பரபரப்பு நிலை ஏற்படுகிறது. ஆயினும் முயல் கவலையின்றி நிம்மதியாய்த் தொடர்ந்து முட்டைக்

கோசு தின்று கொண்டிருக்கிறது. இதற்குப் பதில், சாந்தப் படுத்தும் தன்மை வாய்ந்த அட்ரொப்பீன் [atropine] இரத்தத்தில் செலுத்தப்படுமாயின், மூளை ''உறக்க நிலையில்'' இருப்பதாய் மூளையின் உயிர் மின்னோட்டங்கள் காட்டுகின்றன; ஆனால் வெளித்தோற்றத்தில் முயல் எவ்வகையிலும் தூங்கி விழுவதாயில்லை.

பேராசிரியர் அனோஹின் பிற்பாடு இவ்வாறு எழுதினார்:

''வலையமைப்பால் ஏற்படக் காணும் அனேகமாய் ஒரே சீரான மின் செயற்பாட்டுச் சித்திரம், நரம்புச் செய்ற்பாடு உண்மையில் பல வகைப்பட்ட தன்மையதாய் இருப்பதை மறைத்திடுகிறது. இது எதிர்பார்க்கக் கூடியதாகவே இருந்தது. ஆகவே வலையமைப்பின் வேலைகளை வேறொரு கோணத்திலிருந்து பார்ப்பது அவசியமாயிருந்தது.''

வலையமைப்பின் செயல் பிரத்தியேகத் தன்மை வாய்ந்ததல்ல என்னும் கருத்து, மின்வழியில் மூளைத் தண்டு தூண்டப் பெற்று நடத்தப்பட்ட சோதனைகளின் அடிப்படையில் உருவானதாகும். மூளை கூடுமான அளவுக்கு இயற்கை நிலைமைகளில் இருக்கும் பொருட்டு, பேராசிரியர் அனோஹின் சோதிக்கப்பெற்று நன்கு அறியப்பட்ட நெறியாக்க மறிவினைகளின் முறையை மேற்கொள்ளலானார். ஒரு முயலிடம் எச்சி ஊறும் நெறியாக்க மறிவினை தோற்றுவிக்கப்பட்டது. முயல் மூளையில் நடக்கும் மின்செயற்பாட்டின் நெளிவரைகளைப் பதிவு செய்வதற்காக அதில் மின்வாய் பதிக்கப்பட்டது. நெறியாக்கத் தூண்டலும் (மணியோசை அல்லது கூரொளி விளக்கு), பாதத்தை வெடுக்கென இழுத்துக் கொள்ளச் செய்யும் வலித் தூண்டலும் (மின் அதிர்ச்சி) அந்த முயலுக்கு மாறிமாறி அளிக்கப்பட்டது. இவ்விரு தூண்டல்களுக்கும் மூளைப் புறணியின் விளைவினைகள் வெவ்வேறு விதமாய் இருந்தன. வலியைத்

தொடர்ந்து (பிற்பாடு, சோதனை நடத்தப்பட்ட இடத்தைப் பார்த்ததுமே), விநாடிக்கு 4-6 சுழல்வட்ட அதிர்வுள்ள மெதுவானதும் சீரானதுமான மின் சந்தம் ஏற்பட்டது. மணி அடித்ததும் அல்லது கூரொளி தெரிந்ததும் (உணவு கிடைக்கப் போவதைக் குறிக்கும் நெறியாக்கத் தூண்டல்) மூளையானது மேலும் வேகமான, ஆனால் அவ்வளவாய்ச் சீரில்லாத மின் சந்தங்களை உண்டாக்கிற்று. வலையமைப்பின் செயல் ஆதியில் நினைத்தது போல அவ்வளவு சீராய் இருக்கவில்லை.

சோதனையின் அடுத்த கட்டத்தில், வலியை எதிர்பார்த்திருந்த முயலுக்குச் சாந்த மருந்தான அமினசீன் (குளோர் புரோமசைன்) ஊசி போடப்பட்டது. 10-20 விநாடிகளில் மூளையில் மின் சந்தம் குறையலாயிற்று. ஐந்து நிமிடத்திற்கெல்லாம் மூளை அமைதியடைந்துவிட்டதாய்த் தோன்றியது; அதன் மின் சந்தம் உணவை எதிர்பார்த்திருக்கும் நேரத்தில் இருப்பதைப் போன்றதாகிவிட்டது. இதற்கேற்ப முயலின் நடத்தையும் மாறிவிட்டது. தொடக்கத்தில் அது கலவர நிலையில் இருந்தது, அதற்கு மிகவும் பிடித்தமான முட்டைக் கோசையுங்கூட தின்ன மறுத்துவிட்டது. முன்பு தான் வலிக்கு உள்ளாகியது அதே அறைதான் என்னும் எண்ணம் முயலைப் பீதியுறச் செய்திருந்தது; முட்டைக்கோசு அளித்த போது அதை வாங்க மறுத்து, பாதத்தை வேகமாய் இழுத்துக் கொண்டது. ஆனால் அமினசீன் ஊசி போடப்பட்டதும் அதன் அச்சம் மறைந்துவிட்டது. இப்பொழுது அது முட்டைக் கோசைப் பெற்றுக் கொண்டது. தவிரவும் அதன் பாதத்துக்கு மின் அதிர்ச்சி அளிக்கப்பட்டபோதுங்கூட அது கலவரமடையாமல் தொடர்ந்து முட்டைக்கோசைக் கொறித்துக் கொண்டிருந்தது.

இதிலிருந்து தெரிவது என்னவெனில், வலையமைப்பில்

வலி உணர்ச்சிகளுக்கு ஆதாரமான மையத்தின் செயலை நிறுத்திவிடும் அமினசீன், இன்ப உணர்ச்சிகளுக்கு மூளையைத் தயார்ப்படுத்தும் மையத்தின் செயலைப் பாதிப்பதில்லை என்பதே. வலையமைப்பில் இன்ப உணர்ச்சிக்கு ஆதாரமான பகுதியை அமினசீனால் ஒன்றும் செய்ய முடியவில்லை என்பதாகத் தோன்றுகிறது. அமினசீனுக்கு ஒரு மாற்று மருந்து இருக்கிறது; அதன் பெயர் அட்ரெனலின். இந்த மாற்று மருந்து இன்ப மையத்தைத் தடையுறுத்துமா? அமினசீன் ஊசியைத் தொடர்ந்து அட்ரெனலின் ஊசியும் போடப்பட்டது. விரைவில் முயல் திரும்பவும் கலவரமடைந்து, உணவருந்த மறுத்து விட்டது. இன்ப உணர்ச்சிக்கான மையம் ''முடக்கப்பட்டு விட்டது''. இந்தச் சோதனையைப் பல தடவை நடத்திப் பார்த்தனர். அமினசீன் தவறும் தற்காப்பு விளைவினைகளைத் தடையுறுத்தி உணவுக்குரிய விளைவினைகளுக்கு வழிவிடுகிறது. ஆனால் அட்ரெனலின் இதற்கு மாறாய், முன்னவற்றைப் பெருகச் செய்து பின்னவற்றைத் தடையுறுத்திற்று.

வலையமைப்பில் இவ்வாறு குறைந்தது இரு வகை நரம்பு சூட்சுமங்கள் இருப்பதாய்த் தெரிகிறது. ஒன்று அமினசீனாலும் மற்றொன்று அதன் மாற்று மருந்தான அட்ரெனலினாலும் ஊக்குவிக்கப்படுகிறது. ஆகவே மனநிலைகள், குறைந்தது பகுதியளவேனும், நரம்பு வழிப்பட்ட சிக்கலான நிகழ்ச்சிப் போக்குகளால் தோற்றுவிக்கப்படுபவை என்பதும், இந் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் குறிப்பிட்ட வெவ்வேறு வகை இரசாயனப் பொருள்களால் ஏற்படுபவை என்பதும்தான் இதிலிருந்து பெறப்படும் முடிவு.

''மூளை விஞ்ஞானத்தில் ஒரு புதிய ஆராய்ச்சித் துறை உதயமாகியுள்ளது; இத்துறையினை 'உணர்ச்சிப் பாங்கு இரசாயனம்' என்றழைக்கலாம்'' என பேராசிரியர் அனோஹின்

கூறுகிருர். ''சோர்வு, அச்சம், சோகம் இவை போன்ற 'எதிர்மறை' உணர்ச்சிகள் யாவும் இரத்தத்தில் அட்ரெனலின் அதிக அளவில் தோன்றிவிடுவதன் விளைவுகளே என்பது இப்பொழுது நமக்கு நிச்சயமாய்த் தெரிந்துவிட்டது. இந்த மனநிலையை நாம் 'அட்ரெனலின் சோர்வு' என்பதாகவே குறிப்பிடலாம். மூளை உயிரணுக்கள் சிலவற்றிடமிருந்து கூடுதல் அளவிலுள்ள அட்ரெனலினை நீக்கிஞல் சோர்வு அல்லது அச்ச உணர்ச்சி ஆக்கம் பெறுவதைத் தடுக்க முடிகிறது. அமினசீன் இதையேதான் செய்கிறது.''

பல்வேறு நாடுகளது விஞ்ஞானிகளும் கொண்டுள்ள கருத்துக்களுக்கு மாருய், வலையமைப்பின் செயல் ஒரே மாதிரியாய் மூளையை ஊக்குவிப்பதாய் இல்லை. பேராசிரியர் அஞேஹின் ஆராய்ச்சிகள் இதைத் தெளிவுபடுத்துகின்றன. குறிப்பிட்ட நேரத்தில் உண்டாகும் உயிரியல் விளைவினை எவ்வகையானது என்பதையே — உடன்பாடானதா, எதிர் மறையானதா என்பதையே—வலையமைப்பின் செயல் பொறுத்துள்ளது. அதன் செயற்பாடு இரசாயன அடிப்படையில் அமைந்ததாயிருக்கும் அளவுக்கு, சாந்த மருந்துகள், ஊக்க மருந்துகள் முதலான இரசாயனப் பொருள்களைக் கொண்டு அதை ஒழுங்கியக்கலாம்.

நரம்புத் தூண்டல்கள் இரு வழிகளில்—அதாவது நேரடியாகவும், அதேபோதில் வலையமைப்பு மூலமாகவும் — மூளைக்குப் போய்ச் சேருகின்றன என்பதைக் காண்கிருேம். நெறியாக்க மறிவினை ஏற்பாட்டில் இது ஒரு புதிய இணைப்பைக் குறிக்கிறது. இந்த இணைப்பை ஆய்ந்தறிந்து தெளிவுபடுத்தவும், நெறியாக்க மறிவினைச் சங்கிலித் தொடரில் இவ்விணைப்பு ஆற்றும் பணியினை நிர்ணயிக்கவும் பேராசிரியர் பியேத்தர் அஞேஹின் முற்பட்டார்.

மறிவினைச் சுற்றமைவு

மிக எளியதே எனினும் தெட்டத் தெளிவாய் அமைந்த ஒரு சோதனை நடத்தப்பட்டது. முயல் மூளையின் ஒரு பகுதி திறக்கப்பட்டு, ஸ்டிரிக்னீன் திரவத்தில் நனைக்கப்பட்ட காகிதத்துண்டு அதன்மேல் வைக்கப்பட்டது. ஸ்டிரிக்னீன் வீரியம் வாய்ந்த ஊக்கிப் பொருளாகும். சில நிமிடங்களில் அலைவு மானியின் திரைக்கண்ணாடியில் உயரமான நெளிவரை முகடு கள் தெரிந்தன. ஊக்குவிக்கப்பட்ட பகுதியிலிருந்து புறணி முழுதும் கிளர்ச்சி பரவிவிட்டதையே இம்முகடுகள் காட்டின. இந்தப் பரவல் எப்படி நடந்தேறுகிறது—குளத்தில் அலைகள் பரவுவது போல் புறணியின் மேற்பரப்பில் பரவுகின்றனவா? அல்லது புறணியடிப் பகுதி வழியாகவா? இதைக் கண்டறி வதற்காக முதலில் மூளையின் இரு அரைக்கோளங்களும் பிரிக்கப்பட்டன. அலைவுமானியில் தெரிந்த உயிர் மின்னோட் டங்களின் நெளிவரைக் கோலங்கள் மாறாமல் முன்பிருந்தது போலவே இருந்தன; மூளை முழுவதும் தொடர்ந்து கிளர்ச்சி நடைபெறுவதையே இது காட்டிற்று. பிறகு காகிதத் துண்டு வைக்கப்பட்டிருந்த சிறு பகுதி மூளைப் புறணியிலிருந்து தனியே பிரிக்கப்பட்டது. மின் சந்தங்கள் மாறாமல் அப்படியே இருந்தன. இறுதியில் ஆராய்ச்சியாளர்கள் காகிதத் துண் டை அகற்றிவிட்டு, துவக்கத் தூண்டலைத் தடையுறுத்தும் பொருட்டு காகிதத் துண்டு இருந்த இடத்தில் பனிக் கட்டியை வைப்பதென முடிவு செய்தனர். புறணியின் இச்சிறு பகுதியின் துடிப்பு நின்றுவிட்டதென்றாலும், புறணியின் ஏனைய பகுதிகளில் துவக்கத் தூண்டலின் மின் சந்தம் மறையாது அப்படியே இருந்தது.

நரம்பணுக் கிளர்ச்சியைத் துவக்கி வைக்கும் குறிப்பிட்ட புறணிப் பகுதி கிளர்ச்சி தொடர்ந்து நீடிப்பதற்கான காரணமாய் இருக்கவில்லை என்பதில் ஐயப்பாட்டுக்கு இடமே இல்லை. இதற்குப் பதிலாய், மூளையானது புறணியடிப் பகுதியில் கிளர்ச்சி மையம் ஒன்றைத் தோற்றுவிக்கிறது; இந்தக் கிளர்ச்சி மையம் புறணியில் சந்தத் துடிப்புகளை ஊக்குவித்து புறணியைத் தொடர்ந்து செயல்பட வைக்கிறது.

செயலைத் தூண்டும் இந்த மையம் புறணியடிப் பகுதியின் எப்பிரிவில் தோன்றுகிறது? வலையமைப்பில்தான் தோன்றுகிறது என்பது எளிதில் புலனாயிற்று. வலையமைப்பின் செயற்பாட்டைத் தடையுறுத்தும் அமினசீன் முயலின் உடலினுள் செலுத்தப்பட்டதும், புறணியின் செயல் விரைவில் அடங்கி விட்டது. அதாவது செயலைத் தூண்டும் சூட்சுமம் நிறுத்தப் பட்டுவிட்டது.

புலனறி ஏற்பிகளிடமிருந்து வரும் தூண்டல்கள் இவ்வாறு நேரடியாய்ப் புறணியை அடைந்து, கிளர்ச்சியுற்ற பிரிவுகளாலும் அடங்கிய பிரிவுகளாலுமான கதம்ப நெளிவரைக் கோலத்தை உண்டாக்குகின்றன. ஆனால் இந்தக் கோலம் நிலையானதல்ல. இதற்கு உறுதியூட்டும் தூண்டல்கள் சில கணங்களுக்குப் பிற்பாடு புறணியை வந்தடையாவிடில், பல்வண்ணக் கோலங் காட்டும் விளையாட்டுக் கலைடோஸ்கோப்புக் கருவியில் தெரியும் விநோதக் கோலங்களைப் போல அதே அளவு விரைவாய் இது மாறிவிடும். உறுதியூட்டும் இத்தூண்டல்களும் துவக்கத் தூண்டல்கள் வரும் அதே இடத்திலிருந்துதான் வருகின்றன; ஆனால் இவை நேரடியாக வராமல் வலையமைப்பின் மூலமாய்ச் சுற்று வழியில் வந்து சேருகின்றன. வலையமைப்பு உள்வரும் எல்லாக் குறியறிவிப்புகளையும்

வடிகட்டி, முக்கியமானவற்றைப் பெரிதாக்குகிறதென்பதும், இடைநிகழ்வான சில்லறைக் குறியறிவிப்புகளைத் தடுத்து நிறுத்துகிறதென்பதும் நமக்குத் தெரிந்ததே.

வலையமைப்பானது வெவ்வேறு பணிகளுக்குரிய இரண்டு நரம்பு சூட்சுமங்களைக் கொண்டதென்று மிகப் பெருவாரியான உடலியலாளர்கள் ஒத்துக் கொள்கிறார்கள். ஒன்று மூளைத் தண்டை மூடிக் கொண்டிருக்கிறது. இதுவே மூளையைத் தூண்டும் சூட்சுமமாகும்; செயல்பட வைக்கும் தூண்டல்களை வரிசையாய் அனுப்பி மூளைப் புறணியை விழிப்புடன் இருந்து, உள்வரும் குறியறிவிப்புகளைப் பெற்று ஆவன செய்வதற்குரிய தயார் நிலையில் வைத்திடும் ''அலாரம் கடிகாரமாகும்''.

மற்றொன்று அதற்கு மேலான ஓர் இடத்தில் இரு அரைக் கோளங்களுக்கும் இடையில் அமைந்துள்ளது. ஒரு வகைத் திரைப் பிம்பக் கருவியாக இது செயல்படுகிறது. மூளைப் புறணி ஓர் அரிய திரையாய்த் திகழ்கிறது; இதன் பல்வேறு பகுதிகளும் படங்களையும் இசையையும் மணங்களையும் இன்ன பிறவற்றையும் உணரும் திறன் படைத்தவை. வலையமைப்பிலுள்ள ''பிம்பக் கருவி'' கட்புலன், செவிப்புலன், நுகர்வுப் புலன், இன்ன பிற பிம்பங்களைப் புறணியான ''திரையிலே'' வீசுகிறது. உறுதியூட்டும் இந்தப் பிம்பங்கள் ''திரையின்'' தக்க பகுதியில் வீசப்படும்போது, அவை முதலில் வந்து சேர்ந்த பலமற்ற நிலையில்லா பிம்பங்களை மூளைக்குப் புலனாகும்படிச் செய்கின்றன.

இவ்வாறு வலையமைப்பின் ஒரு பிரிவு, குறியறிவிப்புகள் புறணிக்குப் போய்ச் சேரும் முன்பே இயங்கத் தொடங்குகிறது; மற்றொன்று இதைத் தொடர்ந்து உடனடியாக இயங்கமுற்பட்டு சக்தி வாய்ந்த முறையில் குறியறிவிப்புகளுக்கு

உறுதியூட்டுகிறது. இரு சூட்சுமங்களும் புறணியால்தான் இயக்கப் படுகின்றன. புறணியானது அவற்றைத் தனக்கு வேண்டிய குறியறிவிப்புகளைத் தெரிந்தெடுக்கச் செய்கிறது. அதாவது, வலையமைப்பு மதிப்பீடு செய்வதற்கான மூலப் பிரமாணங்களைப் புறணி வகுத்தளித்து அதற்கு வழிகாட்டு வது போல, தனக்குத் தேவையான நேரத்துக்கு அடிக்கும் படி "அலாரம் கடிகாரத்தை" அது முடுக்கி வைப்பது போல, இவ்வேலைகள் நடந்தேறுகின்றன. வலையமைப்பை செயல்படுத்தும் மண்டலங்கள் அண்மையில் மூளை முன்புற மடலிலும், மேல்நிலைப் பொறி மடக்குச் சுருளைச் சுற்றியும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. மிகவும் பலவீனமான மின்னோட்டத்தினால் அவற்றைத் தூண்டியதுமே, உறங்கும் பிராணி உடனே விழித்தெழுகிறது. இதைவிடவும் பலமான தூண்டலை மூளையின் பிற பகுதிகளுக்கு அளிக்கையில் இது போன்ற விளைவு ஏற்படுவதில்லை. இந்த மண்டலங்கள் வலை யமைப்புக்கு ஏராளமான நரம்புத் தூண்டல்களை, புலனறி ஏற்பிகளிடமிருந்து புறணிக்கு வரும் தூண்டல்களுக்கு அனேகமாய்ச் சமமான அளவில், அனுப்பி வைப்பது தெரிய வந்துள்ளது.

நரம்பு மையங்களுக்கு இடையே தற்காலிய இணைப்பு களை அமைத்திடுவது அடங்கலாய் மூளையின் எல்லாச் செயற் பாடுகளிலும் புறணி தலைமையான பங்காற்றுகிறது என்பது இவ்வாறு உறுதியாகியுள்ளது. தூண்டலானது மூளையால் கண்டுணரப்பட்டு உயிரியல் முக்கியத்துவமுடையதாகும் முன்பு, கீழ்மட்டங்களிலேயே நரம்புச் சுற்றமைவுகள் நிறுவப்படுவதானது உண்மையில் பயனற்றதாகும்.

"புறணிக்கும் புறணியடிப் பகுதிக்குமிடையே உறவுநிலை எந்நேரமும் மாறிய வண்ணம் இருப்பினும், எல்லா மாற்றங்

களுக்கிடையிலும் புறணியானது புறணியடிப் பகுதிமீது தனக்குள்ள ஒழுங்கியக்க ஆட்சியை இழப்பதில்லையென இது வரை கிடைத்திருக்கும் சோதனை முடிவுகள் சுட்டிக் காட்டு கின்றன'' என்று பேராசிரியர் அனோஹின் எழுதுகிறார்.

நெறியாக்க மறிவினைச் சங்கிலிகளின் சுற்றமைவு சோதனை களின் போது ஒரு நாட் பொழுதுக்குள்ளாகவேகூட மாறி விடக் கூடியது என்பதை நுட்பமான சோதனைகள் புலப்படு கின்றன. நெறியாக்க மறிவினைச் சுற்றமைவுகள் மூன்று மாற்று வழிகளில் அமையலாம் என்று இவான் பாவ்லவ் கூறினார்: மூளைப் புறணியில் இரு இடங்களுக்கு இடையில், புறணிக் கும் புரணியடிப் பகுதியிலுள்ள நரம்பு முடிச்சுகளுக்கும் இடையில், இறுதியாக நரம்புத் தூண்டல் புறணியில் ஒரு மையத்திலிருந்து புறப்பட்டு புறணியடிப் பகுதி வழியாய்த் திரும்பவும் புறணியின் வேறொரு பகுதியை வந்தடைவது ஆகிய மூன்றையும் அவர் குறிப்பிட்டார். எவ்வகையான சுற்றமைவு ஏற்படுகிறது என்பது அது நடந்தேறும் பிரத்தியேக நிலைமைகளையும், நரம்பு மண்டலத்தின் நிலையையும், சில சந்தர்ப்பங்களில் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள முடியாத வேறு பல கூறுகளையும் பொறுத்ததாய் இருக்கும்.

நெறியாக்க மறிவினையின் நரம்புச் சுற்றமைவு குறித்து இப்பொழுது நமக்கு ஒரு புதிய கருத்தோட்டம் கிடைத் திருக்கிறது. மறிவினைச் சுற்றமைவின் உச்சப் பகுதி புறணி வழியாகப்போகவேண்டுமென்பதில்லை; தேவைப்படின்அதைக் கீழ்மட்டத்தின் வழியே செல்லும்படி வைக்கலாம். ஆகவே, வேர்விட்டு உறுதியடைந்து தானியங்கி முறையில் செயல் படும் நெறியாக்க மறிவினை ஒன்று முற்றிலும் புறணி யடிப் பகுதியிலேயே அமைந்திருப்பது சாத்தியமே; இதன்

மூலம் புறணியில் புதிய இணைப்புகளுக்கு அதிக இடம் கிடைக்கும்.

மேலாளனாய் இருந்து மேற்பார்வை செய்யும் பாத்திரத்தை புறணி தன் கையிலேயே வைத்துக் கொள்கிறது. உண்மையில், புறணியானது எதையும் தானே நேரடியாய் ஒழுங்கியக்குவதில்லை. பேராசிரியர் அனோஹினின் சொற்களில் கூறினால், புறணியானது ''சாதாரணமாய் மிகவும் கறாராய்ச் செயல்படும் கீழ்மட்டப் பிரிவினிடம் தனது கோரிக்கைகளைத் தெரிவிப்பதுடன் நின்றுவிடுகிறது.'' வெளிப்புறத் தூண்டல்களுக்கும்; எந்த ஒரு நேரத்திலும் உயிரமைப்பின் பொதுவான நடத்தை முறைகளுக்கும் ஏற்ப இந்தக் கோரிக்கைகள் மாறுபடலாம்.

நெறியாக்க மறிவினைச் சுற்றமைவின் பாதைகளைக் கண்டறிந்து குறித்ததன் மூலம் சோவியத் ஆராய்ச்சியாளர்கள் மூளை நுட்பத்தின் அடிப்படையான, சிறிதும் ஐயப்பாட்டுக்கு இடமின்றி மிகவும் கடினமான பிரச்சினை ஒன்றுக்குத் தீர்வு கண்டுள்ளனர். இனி அடுத்தபடியாய்த் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியது இதுவே: இந்தச் சுற்றமைவு எப்படி நிறுவப்படுகிறது? தனிப்பட்ட நரம்பணுக்களை ஒருங்கிணையச் செய்து நரம்புத் தூண்டல்களுக்குத் தற்காலிகப் பாதைகளை அமைத்திடச் செய்வது எது? இதற்கு மூளையின் நரம்பணுக்களைத் தீர்க்கமாய் ஆராய்ந்தாக வேண்டும்.

நரம்பணுக்களின் குரல்கள்

அவற்றின் குரல்கள் பலவாறாக ஒலிக்கின்றன. அவை படபடக்கின்றன, கூவுகின்றன, சீறுகின்றன, சடபுடவெனச்

சப்தமிடுகின்றன. தமது கவசங்களை மின்வாய் குத்தும்போது அவை மெள்ள கனைக்கின்றன; அது உள்ளே துளைத்துச் செல்லும்போது கூப்பாடு போடுகின்றன. மூளையின் தனித்தனி உயிரணுவும் ''வாய்விட்டு பேசுகின்றனவே'', விந்தையாக இருக்கிறதே என்று நினைத்தேன். பேராசிரியர் அனோஹினது ஆய்வுக்கூடத்தில் சாதிக்கப் பெற்றுள்ள மற்றொரு அதிசய மாகும் இது.

அந்த ஆய்வுக்கூட ஆராய்ச்சியாளர் மின்வாயின் கூர்முனை கொண்டு இம்மியும் பிழையின்றி நரம்பணுக்களைக் குத்து கிறார். அலைவுமானியின் பச்சைத் திரைக்கண்ணாடியின் குறுக்கே நெளிகோடுகளாய் ஒளி பளிச்சிடுவதை அவர் எனக்குச் சுட்டிக் காட்டுகிறார். விளங்காப் புதிர்களுக்கு நரம்பணுக் களைத் தமது சொந்த ''குரல்'' கொண்டே விடை கூறச் செய்ய முடிகிறதே என்று நான் வியப்படைந்தேன். அடித்தொண்டை யால் அவை வெளியிட்ட முறையீடுகளையும் பலத்த குரலில் எழுப்பிய கூப்பாடுகளையும் தொடர்ந்து கேட்டுக் கொண் டிருந்தேன். அவை என்ன சொல்கின்றன என்று புரிந்து கொள்ள விரும்பினேன்.

''அவை போடும் சப்தங்களுக்கு என்ன அர்த்தமென்று கண்டுபிடிக்க யாராவது முயற்சி செய்திருக்கிறார்களா?'' என்று முடிவில் விசாரித்தேன். சோதனைகளைச் செய்து காட்டிய ஆராய்ச்சியாளர் திகைப்புற்றவராய் என்னைப் பார்த்தார். நரம்பணுவின் ''பேச்சைக்'' கேட்டுக் கேட்டுப் பழக்கப்பட்டுப் போன அவருக்கு எனது கேள்வியைப் புரிந்து கொள்ள சற்று நேரமாகியது.

''இல்லை, நமக்கு அது தேவையில்லை'' என்று சிரித்தபடி முடிவில் பதிலளித்தார். ''இந்தச் சப்தம் முற்றிலும் உடன் நிகழ்வாய் நடைபெறும் ஒன்று. நரம்பணுக்களினுள் அவை

தூண்டப்பெற்ற நிலையிலுள்ளபோதும் அடங்கிய நிலையிலுள்ள போதும் என்ன நடைபெறுகிறதென்று காண்பதே எங்கள் நோக்கம். அவற்றின் மின்வழி விளைவினைகளை ஆராய்ந்து இதனைத் தெரிந்து கொள்ள முடியுமென எதிர்பார்க்கிறோம். இங்கு அலைவுமானியில் தெரியும் நெளிவரைகள் நரம்பணு வினுள் ஏற்படும் மின் வெளியேற்றங்களைப் பிரதிபலிக் கின்றன. இவைதான் நரம்பணுவின் மெய்யான குரலைக் குறிப்பவை. குறிப்பிட்ட ஒரு தருணத்தில் அது ஓய்வு நிலையில் இருக்கிறதா, அல்லது வேலை செய்து கொண்டிருக்கிறதா, அல்லது அமைதி நிலையில் இருக்கிறதா என்பது குறித்து இவை நமக்குத் தெரிவிக்கின்றன.''

உடலியலாளர்களின் ஆய்வுக்கூடங்களில் உடலுறுப்பு களால் தோற்றுவிக்கப்படும் உயிர் மின்னோட்டங்களையும் மின் சந்தங்களையும் பற்றி நிறைய பேசப்படுவதைக் கேட்கை யில், தசைநார்களின் உயிர் மின்னோட்டங்கள், மின் இருதய நெளிவரைகள், மின்மூளைநெளிவரைகள் முதலியவற்றின் மூலம் உடலின் எல்லாச் செயல்களையுமே மின்விசைச் செயற் பாடாய்க் குறுகச் செய்துவிடலாம் என்பதாய் எண்ணத் தோன்றும். நமது உடல் மெய்யாகவே மின்னேற்றம் கொண்டிருப்பதாகவும், மின் தூண்டல்கள் நரம்புகளில் இருதிசைகளிலும் ஓடுவதாகவும், மின் வெளியேற்றங்கள் நரம்பணுக்களினுள் குமுறி வெடிப்பதாகவும் எண்ணத் தோன்றுகிறது.

ஆனால் உண்மையில் நரம்புத் தூண்டலும் மின் தூண்ட லும் அடிப்படையிலேயே வெவ்வேறானவை. நரம்புத் தூண்ட லுடன் சேர்ந்து நடைபெறும் மின் நிகழ்வுகள் முற்றிலும் உடன் நிகழ்வனவே ஆகும். இதே போல் நரம்பணுக்களின் மேற்பரப்பில் நடைபெறும் மின் வெளியேற்றங்கள் உள்ளே

நிகழும் இரசாயன மாற்றங்களின் விளைவுகளே ஆகும். இருந்த போதிலும் மூளையின் மின் சந்தங்கள் மூளையின் உள் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைப் பரிசீலிப்பதற்குரிய வசதியான ஒரு வழியாகும்.

வழக்கமான மின்மூளைநெளிவரைகளைப் பதிவு செய்வதற்காக மண்டைத் தோலுடன் மின்வாய்கள் இணைக்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாய்க் கிடைக்கும் ''மூளை அலை'' ஓரளவு பெரிய பரப்பிலே நடைபெறுவதன் சராசரியையே குறிக்கிறது என்பது தெளிவு. இரைச்சல் போடும் பெருங் கூட்டத்தின் நடுவே மைக்கை வைத்தால் எப்படியோ, அதேபோல தனித் தனி நரம்பணுக்களின் ''குரல்கள்'' பொது இரைச்சலில் மூழ்கி விடுகின்றன. மைக்கின் அருகே வரக்கூடிய ஒருவரின் தனிக் குரல் எப்பொழுதாவது ஒலித்திடலாம். ஆனால் நாம் ஒருவருடைய பேச்சைக் கேட்க விரும்பினல், அவரை மைக்கினுள் பேச வைத்தாக வேண்டும்.

மூளையைப் பொறுத்தவரை இதைச் செய்வது மெத்தக் கடினம். 1,400 கோடி உயிரணுக்கள் இருக்கும் ஒரு பெருங் கூட்டத்தில் நீங்கள் பேச விரும்பும் தனியொரு உயிரணுவைத் தேடிக் கண்டுபிடியுங்கள் பார்ப்போம்! அபார நுட்பத் திறன் தேவைப்படும் பணி இது. மூளையின் வரைபடங்கள் இங்கு நமக்கு உற்ற துணையாய் உதவுகின்றன. ஆராய்ச்சியாளர் பரிசீலனைக்குரிய ஒரு புள்ளியை இப்படத்தில் கண்டு, மூளையினுள் அது இருக்க வேண்டிய இடத்தைக் கணக்கிடுகிறார். முயலின் மண்டை ஓட்டில் சிறு துளையிட்டு, பரிசீலிக்க வேண்டிய உயிரணுவுக்கு இத்துளையின் வழியே ஒரு மின்வாயைச் செலுத்தியாக வேண்டும். மைக்ரான் (மில்லிமீட்டரின் ஆயிரத்தில் ஒரு கூறு) அளவிலான சிறு பிழை ஏற்படினும் இலக்கை அடைய முடியாது. இந்த மின்வாயின் மேல் மூளை

மயிரிழையின் பருமன்தான் இருக்கிறது. அதன் நுனி கண்ணுக்குத் தெரியாதபடி அவ்வளவு மெல்லியது, சுமார் 50 மைக்ரான் அல்லது 0.05 மிலிமீட்டரே பருமனுடையது. இதைக் கூராக்குவதற்குத் தனி வகை நுட்ப முறையைக் கையாண்டாக வேண்டும். இரண்டு முதல் நான்கு மைக்ரான் வரை பருமனுள்ள கண்ணுடி இழை மின்வாய்களைக் கொண்டு தனி உயிரணுக்கள் ஆராயப்படுகின்றன. இந்தமின்வாய் உயிரணுவின் மேற்பரப்பில் நூற்றில் ஒரு பங்கு பரப்பிற்குமேல் எடுத்துக் கொள்வதில்லை.

சிலந்தி இழை போன்ற மின்வாய் மூளையினுள் செல்கிறது. அது புறணித் திசுக்களில் செல்லும்போது உச்ச சுருதியில் கீச்சிடும் தொனி எழுகிறது. மின்வாய் ஓரிடத்தில் போய் நின்றுவிட்டது என்பதை படபடக்கும் சீரான ஒலி அறிவிக்கிறது.

''உயிரணுவின் கவசத்தைத் துளைத்துச் சென்று, அதனுள் என்ன நடைபெறுகிறதென்று பார்ப்போம்.'' ஆராய்ச்சி ஊழியரான அந்தப் பெண் விளக்கிக் கூறிஞர். மின்வாயைச் சரியான இடத்தில் இருத்துவதற்கான சீரமைப்புத் திருகைச் சுற்றிஞர். கனைப்புச் சப்தம் அதிகமாகியது. அலைவுமாணியின் திரைக்கண்ணுடியில் கூர் முகடுகள் அதிர்ந்தாடின. ''இப்பொழுது நாம் உயிரணுவைத் துளைத்துச் செல்கிறேம்.'' திரும்பவும் அவர் திருகைச் சுற்றி அந்த நுண்ணிய மின்வாயை மூளையினுள் மற்றொரு மட்டத்திற்குக் கொண்டுவந்தார்.

இந்தச் சோதனையில் மின்வாயானது செயலற்ற பார்வையாளனுகவே பங்கு கொள்கிறது. வேறு பல சோதனைகளில் ஒரே உயிரணுவினுள் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட மின்வாய்கள் பதிக்கப்படுகின்றன. ஒன்றின் மூலம் மின் தூண்டல் அளிக்கப்படுகிறது, ஏனையவை உயிரணுவினுள் நடைபெறும் விளைவினைகளை

நமக்கு எடுத்துரைக்கின்றன. நரம்பணுச் செயற்பாட்டினை வெறுமனே பதிவு செய்து கொள்ளும் சோதனைகளுடன் ஒப்பிடுகையில், இது உயிரணு ஆராய்ச்சியில் ஒரு முக்கிய முன்னேற்றத்தைக் குறிக்கிறது. தவிரவும், பேராசிரியர் அனேஹின் எழுதுவது போல, ''இன்று மூளையினுள் எந்த இடமும், 1,400 கோடி உயிரணுக்களில் எந்த ஒன்றும், ஆராய்ச்சியாளருக்கு எட்டாத நிலையில் இருக்கவில்லை.''

தனிப்பட்ட மூளை உயிரணுக்களின் பணிகளை ஆராய்வதில் முன்னோடியாகத் திகழும் பேராசிரியர் அனேஹினது ஆய்வுக்கூடத்தில் சுவையான ஓர் உண்மை கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. வலையமைப்பின் உயிரணுவினுள் நுண்மின்வாய் செலுத்தப்பட்டது. இந்த உயிரணு முறைப்படி இயங்கியதை மின் வெளியேற்றங்கள் சுட்டிக் காட்டின. பிறகு சோதனைப் பிராணியின் இரத்தத்தினுள் அமினசீன் செலுத்தப்பட்டது. ஐந்து ஆறு நிமிடங்களில் இந்த உயிரணுவின் செயற்பாடு குறையலாயிற்று. மின்வாய் வழியாகத் தெரிந்த மின் வெளியேற்றங்கள் மேலும் மேலும் குன்றி வந்தன. முடிவில் அந்த உயிரணு ஒய்ந்து நின்றுவிட்டது. இதில் வியப்பில்லை, ஏனெனில் இந்த மின்வாய், வலையமைப்பில் அமினசீனால் பாதிக்கப்படும் மண்டலத்தில் பதிக்கப்பட்டிருந்தது. இம் மருந்து இந்த நரம்பு மையத்தைத் தடையுறுத்தியதால், அங்குள்ள உயிரணுக்கள் இயல்பாகவே செயலற்று ஓய்ந்து விட்டன. ஆனால் மின்வாய் இப்பொழுது 50 மைக்ரான் இடம் பெயர்ந்ததும், அதாவது பக்கத்து உயிரணுவுக்கு நகர்ந்து சென்றதும், படபடா சப்தமும் சடபுடா சப்தமும் திரும்பவும் ஆரம்பித்து, அலைவுமானித் திரைக்கண்ணாடி உயிர் பெற்று விட்டது. இந்த உயிரணு எதுவுமே நடைபெறாதது போல செயல்பட்டுக் கொண்டிருந்தது என்பதே இதன் பொருள்.

அதாவது அமினசீன் இதைப் பாதிக்கவில்லை. ஆகவே இதன் இரசாயன இயைபு முதலாவது உயிரணுவினுடையதிலிருந்து முற்றிலும் வேறாய் இருக்க வேண்டும்.

பல்வேறு மாற்றங்களுடன் பல்வேறு பொருள்களை உபயோகித்து இந்தச் சோதனை ஆயிரக் கணக்கான முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்து பார்க்கப்பட்டது. இதன் விளைவு உடலியலாளர்களைக் குழப்பமடையச் செய்தது. ஏனெனில் நரம்பு மையமானது நூற்றுக் கணக்கிலும் ஆயிரக் கணக்கிலுமாய்ச் சேர்ந்து ஒரே சூட்சமமாய்ச் செயல்படும் நரம்பணுக்களின் தொகுப்பாகுமென்ற கருத்துக்கு இது விரோதமாய் இருந்தது. ஒவ்வொரு நரம்பு மையமும் வெவ்வேறு இரசாயன இயைபுடைய பல வகையான உயிரணுக்களால் ஆனதென்பது காணப்பட்டது. மூளையை ஐம்பது மண்டலங்களாய்ப் பிரித்த எழில் மிகு சித்திரம் உண்மையை அளவு மீறி எளிதாக்குவதாயும் குத்துமதிப்பானதாயும் இருப்பது தெரிய வந்தது.

மனிதனுடைய மறிவினைச் செயல்கள் பலவற்றையும் ஒரேவொரு நரம்பணுவைத் தூண்டுவதன் மூலமே துவக்கி வைத்துவிடலாம் என்பதை அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகள் காட்டுகின்றன. தாகமெடுப்பது போன்ற எளிய விவகாரத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். நிலைமைகளுக்கு ஏற்றபடி, ''தாக உணர்ச்சி'' ஒருவரை வாளியை எடுத்து, கிணறு ஒன்றைத் தேடிப்பிடித்து, வாளியை அதனுள் இறக்கி, தண்ணீரை கொண்டு மேலே இழுப்பது முதலிய விரிவான பல செயல்களிலும் இறங்கச் செய்யக் கூடியது. பெரு வெளி ஒன்றில் முகாமடித்துத் தங்கியிருப்பவருக்குத் தாக உணர்ச்சி இரண்டு மூன்று வாய்த் தண்ணீருக்காக மிகுதியான முயற்சியிலும் புதிய வழிகளை வகுப்பதிலும் ஈடுபடச் செய்துவிடும். எனினும் இவை எல்லாம், இரத்தத்தில் தண்ணீர்த் தட்டுப்

பாட்டை உணரும் இரண்டொரு உயிரணுக்கள் மூளையில் தூண்டப்படுவதால் துவக்கி வைக்கப்பட்டுவிடுகின்றன. உடனே மூளை முழுதுமே இப்பணியில் இறங்கிவிடுகிறது: இதற்குமுன்பு தாகம் எவ்வழிகளில் தணிக்கப்பட்டது என்பதை நினைவுக்குக் கொண்டுவந்து, அவற்றை தற்போதுள்ள நிலைமைகளுடன் ஒத்திட்டுப் பார்த்து, தண்ணீர் பெறுவதற்கான சிறந்த வழியை வகுக்க முற்படுகிறது. மூளையின் அதிநுட்பக் கட்டமைப்பைச் செயலில் இறங்கச் செய்வது தாக உணர்ச்சிக்குரிய ஒரு பெரிய மையமல்ல; ஒரு சில மைக்ரான்களே விட்டமுள்ள சின்னஞ்சிறு ஒரேவொரு நரம்பணுவே இதனைச் செய்கிறது.

மூளையில் நரம்பணுக்களின் தனித் தேர்ச்சி பண்பட்ட நிலையிலுள்ளது. ஒரு வகை நரம்பணுக்கள் பிரதானமாய் உள்வரும் தூண்டல்களுக்கு மட்டுமே வினைவினை புரிகின்றன. மற்றொரு வகை நரம்பணுக்கள் கிளர்ச்சிகளின் பொது அமைவுகளை நிர்ணயித்து, அதன் அடிப்படையில் நரம்புத் தூண்டல்களை உண்டாக்குகின்றன. இத்தூண்டல்கள் புறணிக்கு இனி வந்து சேருமென எதிர்பார்க்கக்கூடிய புதிய தூண்டல்களின் பலத்தையும் சந்தத்தையும் இதர இயல்புகளையும் முன்னறிந்து குறிப்பிடுவதாய்ச் சொல்லலாம். இறுதியில் மூன்றுவது வகையான நரம்பணுக்கள் முதல் இருவகை நரம்பணுக்களின் கிளர்ச்சி நிலைகளை ஒத்திட்டுப் பார்த்து, அவை ஒத்திராதபோது மட்டும், அதாவது அவற்றில் ஒன்று மட்டும் கிளர்ச்சி நிலையில் இருக்கும்போது மாத்திரம், செயலைத் தூண்டுகின்றன. வேறு விதமாய்க் கூறினல், முன்னறிந்து கூறப்பட்ட குறியறிவிப்புகளும் நடைமுறையில் வரும் குறியறிவிப்புகளும் ஒன்றுக்கொன்று ஒவ்வாததாய் இருக்கையில் அவை வினைவினை புரிகின்றன.

நரம்பணுக்களின் இணைப்புகள்

தகவல் போக்குவரத்துப் பாதைகளிலும் மறிவினைச் சங்கிலிகளிலும் பங்கு கொள்ளும் நரம்பு அமைப்புகள் நிலைமைகளுக்கு ஏற்றவாறு மாறுபடுகின்றன என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும். பழைய சுற்றோட்டங்களில் ஒன்றை விட்டு வேறொன்றுக்கு மாறிச் செல்வது மட்டுமல்ல இங்கு நடைபெறுவது. புதிய நரம்புச் சுற்றோட்டங்கள் இடையறாது அமைத்துக் கொள்ளப்படுகின்றன. இந்தச் சுற்றோட்டங்களின் சிறப்பைப் பொறுத்தே இருக்கிறது, மேற்கொள்ளப்படும் முயற்சியின் வெற்றி. பல்வேறு சந்தர்ப்பங்களிலும் மூளையினுள் உருவாகும் நரம்பணு அமைப்புகள் எவ்வகையானவை என்பதை அறிவது, வெவ்வேறு நரம்பணுக்களின் இரசாயன முறையைத் தெரிந்து கொள்வது எவ்வளவு முக்கியமானதோ அவ்வளவு முக்கியமானதாகும். பேராசிரியர் அனோஹின் எழுதுவது போல ''ஒரே வகையான கற்களையும் செமிண்டையும் கொண்டு எப்படி வெவ்வேறு கட்டிடக் கலைப் பாணிகளில் கட்டிடம் கட்டலாமோ, அதேபோல தனிப்பட்ட ஓர் உயிரணுவினுள் நடைபெறும் சிக்கலான நிகழ்ச்சிப் போக்குகள் மனித நடத்தையின் லட்சக் கணக்கான வகைகளையும் உருவாக்கிடலாம்.''

தொடக்கத்தில் உடலியலாளர்கள் பிரதானமாய் நரம்பணுக்களில்தான் கருத்து செலுத்தி வந்தனர்; அவற்றை இணைத்திடும் நரம்புப்பாதைகளில் அவர்கள் கவனம் செலுத்தவில்லை. இது பெருந் தவறாகும் என்பது தெரியலாயிற்று. படிப்படியாகவே அவர்கள் தமது ஆராய்ச்சிகளை மூளையின்

நரம்பணுச் சுற்றமைவுகளுக்கும் விரிவுபடுத்திக் கொள்ள வேண்டியதாயிற்று.

மூளையின் நுண்ணிய அடுக்குகளில் ஒன்றின் செங்குத்து வெட்டு முகத்தைப் பரிசீலித்தால், அதில் நரம்பணுக்கள் அதிகம் கண்ணில் படுவதில்லை. நரம்பணுக்களுக்கிடையே செய்திப் போக்குவரத்துக்கான துணைப் பாதைகளாய்க் கருதக் கூடிய இழைகள் அமைந்திருக்கக் காண்கிறோம். உண்மையில் நரம்பணுவின் உடற்பகுதி எடுத்துக் கொள்ளும் இடம், அவ்வணுவிலிருந்து கிளைத்து நீண்டு செல்லும் இழை போன்ற கொடிகள் (கிளைகள்) எடுத்துக்கொள்வதைவிட மிக மிகச் சிறியதே. இந்த இழைகளில் சில மிகவும் நீளமானவை அக்சன்கள் எனப்படும் இவை புறணியின் பல அடுக்கு களுக்கு நீண்டு செல்கின்றன, சில சமயங்களில் அவற்றையும் தாண்டி நெடுந் தூரம் செல்கின்றன. சிறு கிளைகளுக்கு டெண்டிரைட்டுகள் என்று பெயர். இவை நரம்பணுவின் உடற் பகுதியைச் சுற்றிலும் கொத்தாய் அமைந்துள்ளன, அல்லது ஒரே ''அடுக்கினுள்'' சிறிது தூரம் செல்கின்றன.

புறணியின் கட்புலன் பிரிவிலும் அதைச் சுற்றிலும் இருக் கும் நரம்பணுக்களின் கிளைகளை உடலியலாளர்கள் பரிசீலித்த போது, நரம்பணுக்கள் ஒன்றோடொன்று நெருங்கிய இணைப்பு கொண்டுள்ளதைக் கண்டனர். ஆகவே கட்புலன் நரம்புப் பாதை வழியே வரும் தூண்டல் கிளைகள் மூலம் கணிசமான பரப் புக்குப் பரவிச் செல்கிறது. இதே போல, இயக்கு உத்தரவுகளும் நேரே தசைநார்களுக்குச் சென்றுவிடுவதில்லை; முதலில் அவை நரம்புக் கிளைப் பாதைகள் மூலம் புறணியின் பிற பகுதிகளுக்குப் பரவுகின்றன. புறணியின் புலனறி நரம்புகளும் இயக்கு நரம்புகளும் ஒருமித்த வலையமைப்பாய்ப் பின்னிப் பிணைந் துள்ளன என்பது சந்தேகத்துக்கு இடமின்றி நிலைநாட்டப்பட்

டிருக்கிறது. தகவல் பதனம் செய்யப்படும் மண்டலங்களும் உள்வரும் பாதைகளும் வெளிச்செல்லும் பாதைகளும் திட்ட வட்டமாய் வேறுபாடு செய்யப்பட்டிருப்பதாய் இதன்முன் கருதப்பட்டு வந்ததற்கு இது முரணாய் உள்ளது. இத்தகைய வேறுபாடுகளைத் திட்டவட்டமானவையாய்க் கருத முடியாது. நெருங்கி இணைந்து இசைவுடன் வேலை செய்யும் பல்வேறு வகைப்பட்ட 1,400 கோடி உறுப்புக்களைக் கொண்டு பொது நோக்குடன் இயங்கும் ஒரு சூட்சுமமாய் மூளையைக் கருது வதே பொருத்தமாயிருக்கும்.

இந்த சூட்சுமத்தின் உள்ளமைப்புக் கூறுகளில் சில, படிப் படியாகத் தெளிவு பெற்று வருகின்றன. உதாரணமாய், எல்லா நரம்புகளுக்கும் நீண்ட கிளை இழைகள் இல்லை. பரிணாம ஏணியில் உயரச் செல்லச் செல்லப் பிராணியிடம் குறுகிய கிளை இழைகளைக் கொண்ட நரம்பணுக்களின் எண்ணிக்கை மேலும் மேலும் கூடுதலாகிச் செல்கிறது. மனித மூளையி லுள்ள1,400கோடி நரம்பணுக்களில் பாதிக்கு மேற்பட்டவை குறுகிய கிளை இழைகளையுடைய இந்த ''நவீன'' வகையைச் சேர்ந்தவையே. இவை ஏற்பிகளிடமிருந்து வரும் நரம்புத் தூண்டல்களை, அத்தூண்டல்கள் தெரிவிக்கும் தகவலைக் கொண்டு ஒழுங்கியக்கி உத்தரவுகள் வகுத்திடும் நரம்பணுக் களுக்கு அனுப்பி வைக்கும் துணை நரம்பணுக்களாய் செயல் படுவதாய்த் தோன்றுகிறது. இந்தத் துணை நரம்பணுக்களை வெறும் அஞ்சல் அமைப்புகளாய்க்கருதிவிடக்கூடாது. நரம்புத் தூண்டல்கள் போய்ச்சேர வேண்டிய நரம்பணுக்களின் மீது ஒரு வழியில் அவை செயல்படுகின்றன; அதாவது அந்த நரம்பணுக்களின் கிளர்ச்சி வரம்பைக் குறைக்கவோ உயர்த் தவோ செய்கின்றன. இவ்வாறு அவை நரம்புத் தூண்டல் களின் ஓட்டத்தை ஒழுங்கு செய்வதுடன், நரம்புக் கிளர்ச்சி

யின் வலிமைமீதும் முடிவாய்ப் பார்க்குமிடத்து புறணியின் செயற்பாட்டின்மீதும் செல்வாக்கு செலுத்துகின்றன.

நரம்புத் தூண்டல்கள் ஒரு நரம்பணுவிலிருந்து மற்ருென்றுக்குச் செல்வது எப்படி? ஓர் உயிரணுவின் கிளை இழைகள் வேருெரு உயிரணுவின் கிளை இழைகளுடனே, அதன் உடற்பகுதியுடனே நேரடியாய்ச் சேரவில்லை. அக்கம்பக்கத்துக் கிளை இழைகளின் முனைகளுக்கிடையே ஒரு வகை இணைப்பு இருக்கிறது. இந்த இணைப்புக்கு சினேப்ஸ் என்று பெயர். சினேப்ஸ் என்னும் பெயர் ''இணைத்துக் கட்டுதல்'' என்று பொருள்படும் கிரேக்கச் சொல்லிலிருந்து பெறப்பட்டதாகும். நரம்புத் தூண்டல் இழை முனைகளுக்கு இடையிலுள்ள இந்த இணைப்பின் வழியே செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. இந்த சினேப்ஸ் நரம்புத் தூண்டல் குறிப்பிட்ட திசையில் செல்ல வேண்டுமா, வேண்டாமா என்று தீர்மானிக்கிறது. சினேப்ஸ்களின் மூலமான இணைப்புகள் பல்வேறு வழிகளில் நிறுவப்படுகின்றன. ஒரு நரம்பணுவின் கிளை இழையினது தட்டை முனை மற்ருெரு நரம்பணுவின் சவ்வுடன் ஒட்டிக் கொள்வது தான் மிகவும் சகஜமாய்க் கணப்படும் வழி. கிளை இழையின் முனை நரம்பணுவின் உடற்பகுதியில் மெல்லிய பின்னலமைப்பாய்ச் சென்றும் இணைப்பை அமைத்திடலாம். ஒரு நரம்பணுவின் கிளை இழைகள் பிற நரம்பணுக்களின் கிளை இழைகளுடன் முட்டியும் சினேப்ஸ் இணைப்புகளை நிறுவலாம்.

உயிரணுவுக்குநரம்புத்தூண்டல்கள் வந்துசேரும்பலகிளை இழைகளில் மிக மெல்லிய பிதுக்கங்கள் நிறைய இருப்பதை 19ஆம் நூற்ருண்டிலேயே ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டனர். சத்துப் பொருட்களைக் கிரகிப்பதற்காக இவை அமைந்திருப்பதாய்க் கொண்டு, ஆராய்ச்சியாளர்கள் இவற்றில்

அதிக கவனம் செலுத்தவில்லை. இந்தப் பிதுக்கங்கள் ஒரு வகை சினேப்ஸ்களாய் அமைந்து பக்கத்திலுள்ள உயிரணுவிடமிருந்து நரம்புத் தூண்டலைத் தமது நரம்பணுவிடம் செலுத்தி வைக்கின்றன என்பது இப்பொழுது தெரிகிறது. முடிவில், சில சந்தர்ப்பங்களில் சினேப்ஸ் இணைப்புகள் இல்லாமலே நேரடியாகவே சேர்ந்திருக்கும் நரம்பு இழைகளிடையிலும் தூண்டல்கள் கடத்திக் கொள்ளப்படுகின்றன. உயிரணுக்களிடையே இவ்வாறு மற்றொரு செய்திப் போக்குவரத்துப் பாதை அமைக்கப்படுகிறது.

மூளைப் புறணியில் பல வகையான இணைப்புகள் இருப்பது ஓரளவு அண்மைக் காலத்தில்தான் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. வெவ்வேறு வகையான உயிரணுக்களும் வெவ்வேறு வகையான இணைப்புகளைப் பெற்றுள்ளன என்பதல்ல. ஒரே உயிரணு சாதாரணமாய்ப் பல வகையான சினேப்ஸ்களையும் பெற்றிருக்கிறது. இதற்குத் தக்க காரணம் ஏதேனும் இருக்க வேண்டும். வெவ்வேறு வகை சினேப்ஸ்கள் இரசாயன வழியிலும் மாறுபடுவது தெரிய வந்தது. நரம்பணுக்களைப் பாதிக்காமல் வெவ்வேறு வகை சினேப்ஸ்களை மட்டும் குறிப்பிட்ட முறையில் பாதிக்கும் பொருள்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு சில நரம்பணுக்கள் நல்ல நிலையில் இருப்பினும், ஒரு சில சினேப்ஸ்கள் முடக்கப்பட்டதும் அல்லது தடையுறுத்தப்பட்டதும், நெறியாக்க மறிவினையின் தன்மை மாறிவிடக்கூடும்; அல்லது மனக் கோளாறுகளுங்கூட ஏற்படமுடியும்.

இந்த நேர்த்தியான சூட்சுமத்தில் மூளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் தற்போது தனிக் கவனம் செலுத்தி வருகின்றனர். அவர்கள் அக்கறை கொண்டிருப்பது நரம்பணுவிலோ, அதன் இழைகளிலோ அல்ல. மூளையின் இந்த விந்தைமிகு

இணைப்பு அமைவிலேதான் அவர்கள் அக்கறை கொண்டுள்ளனர். மாஸ்கோவிலுள்ள மூளை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தில் இது மிகவும் விவரமாய் ஆராயப்பட்டு வருகிறது.

சினேப்ஸ்கள் தொடுநிலையில் தோன்றிடும் இணைப்புகளாகும். நரம்பணுக் கிளை இழைகள் ஒன்றுக்குள் ஒன்று ''ஊடுருவுவது'' இல்லை; அவை உயிரணுவின் உடற்பகுதிக்குள்ளும் ''ஊடுருவுவது'' இல்லை; அவற்றின் உயிர்ப் பொருள் ஒன்று கலக்கவில்லை; நரம்புத் தூண்டல்கள் செல்லக்கூடிய துளைகளோ வெடிப்புகளோ அவற்றில் இல்லை. இருந்த போதிலும் நரம்புத் தூண்டல்கள் செல்லத்தான் செய்கின்றன. அது மட்டுமல்ல, சில சினேப்ஸ்களில் கிளை இழைகள் நேரடியாக ஒன்றையொன்று தொடவில்லை; இருப்பினும் இடையிலுள்ள இடுக்கை நரம்புத் தூண்டல்கள் தாவிக் கடக்கின்றன. அப்படியானால், நரம்பணுக் கிளை இழைகள் ஒன்றையொன்று தொடாமலே தொலைவில் இருந்தபடியே ஒன்றின்மீது ஒன்று செயல்படுகின்றன எனன்றுகிறது. ஆனால் இரு பொருள்கள் தொலைவில் இருந்தபடியே ஒன்றின்மீது ஒன்று செயல்பட இரண்டுக்கும் இடையே மின்சாரம், காந்தம், இன்ன பிற வற்றுலான ஏதேனும் ஒருவகை பௌதிகப் புலன் இருந்தாக வேண்டும். மின்மாற்றியில் [transformer] ஒரு சுருளிலுள்ள மின்னோட்டம் சிறிது தொலைவில் விலகியுள்ள மற்றொரு சுருளில் மின்னோட்டத்தைத் தூண்டுவது போல, நரம்பணுக்களும் புலன்களைத் தம்மிடையே ''தூண்டிக்'' கொள்வதாய்த் தோன்றுகிறது.

மூளை ஆராய்ச்சிக் கழகத்தின் இயக்குநரான பேராசிரியர் செமியோன் சர்க்கீசவ் இதே முடிவுக்குத்தான் வருகிறார். இத்துறை சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிகளுக்குப் பல ஆண்டுகளாய் அவர் தலைமை தாங்கி வருகிறார். அவருடைய

அண்மைக் கால ஆராய்ச்சிகள் மூளையின் நுட்பமான நரம்பணு அமைப்பு பற்றியவை.

நரம்பணுவின் முழு உருவையும் முதன்முதல் அவருடைய ஆய்வுக்கூடத்தில்தான் நான் விவரமாய்க் கண்ணுற்றேன். அதன் உடற்பகுதி கிளை இழைக் கொத்துக்களால் சிக்கலாகிய பந்துக்குள் இருக்கும் இடம் தெரியாமல் சிற்றுருவாய் மறைந்துள்ளது.

''பத்திரிகையாளர்களாகிய நீங்கள் எல்லோரும் நரம் பணுக்கள் மின்னணுக் குழாய்களை ஒத்தவை என்பதாகச் சொல்ல விரும்புகிறீர்கள்'' என்று பேராசிரியர் சர்க்கீசவ் என்னிடம் கூறினர். ''ஆனால் மின்னணுக் குழாயிற்கு எத்தனை இணைப்புக்கால்கள் இருக்கின்றன? இரண்டு, நான்கு, அல்லது அதிகம்போனால் எட்டு. சாதாரண நரம்பணுவுக்கு எத்தனை இணைப்புக்கால்கள், தெரியுமா? பத்தாயிரக் கணக்கிலும் லட்சக்கணக்கிலும்இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு இணைப்புக்காலும் பல்வேறு வகைப்பட்ட பத்தாயிரக் கணக்கான இணைப்பு விசைகளைப் பெற்றுள்ளது. ஒவ்வொரு விசையும் அதற்குரிய வேலையைச் செய்கிறது. அந்தந்தச் சந்தர்ப்பத்திலும் சரியான விசைதான் செயல்படுமென்று உறுதியாகச் சொல்ல முடியும். குழப்பம் ஏற்படுவதில்லை, தவறு நேரிடுவதில்லை. இது அல்லவா நம்பகமான செயற்பாடு!

''அதியற்புதமான குற்றங் குறையற்ற இந்த அமைப் பைப் போய் மின்னணுக் குழாயிற்கு ஒப்பானதாய்க் கூறுவது எவ்வளவு பெரிய தவறு! மூளை இவ்வளவு நம்பகமாய்ச் செயல் படுவதன் இரகசியத்தை, சைபர்னெத்தியர்கள் கண்டு கொள்ள வேண்டுமென்று தவங் கிடக்கும் இந்த இரகசியத்தை, இந்த அற்புத அமைப்பிலல்லவா தேடியாக வேண்டும்.''

மிகைப்பாட்டின் நன்மைகள்

தலைமையான சோவியத் சைபர்னெத்தியரான அலெக்சாந்தர் பெர்கும் நம்பகச் செயற்பாட்டின் முக்கியத்துவத்தை வலியுறுத்தினர். உண்மையில் நம்பகச் செயற்பாடு மின்னணுவியலிலும் தொழில் துறைத் தானியங்கி ஏற்பாடுகளிலும் மிகப் பெரும் பிரச்சினையாகும் என்று அவர் கூறுகிறார். லட்சக் கணக்கில் இருப்பவற்றுள் ஒரேவொரு இணைப்பு விசை அல்லது வேறொரு உறுப்பு பிசகிவிடுமாயின், மின்னணு இயந்திரமே பழுதடைந்துவிடுகிறது.

ஆகவே நம்பகச் செயற்பாடு எனும் இந்த அடிப்படைப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதில் இயற்கை காட்டியிருக்கும் அபார சாமர்த்தியத்தைக் கண்டு நாம் மெய்யாகவே பொறாமைப்பட வேண்டியிருக்கிறது. மனித சிந்தனை இயந்திரம் தட்டுத்தடங்கல் எதுவுமின்றி மிகப் பல பத்தாண்டுகளுக்குத் தொடர்ந்து வேலை செய்கிறது. மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் வேலைத் திறனைக் கெடுக்கும் தீய நிலைமைகளுக்கு உடலமைப்பு இடையருது உட்படுத்தப்படுகிறது. தனிப்பட்ட நரம்பு சூட்சுமங்கள் கடுஞ் சேதங்களுக்கு அடிக்கடி இலக்காகின்றன. ஆயினும் மூளையானது உடலின் உயிர்ப் பணிகளுக்கு ஊறு விளையாது தொடர்ந்து பராமரித்துச் செல்கிறது. ''உயிருள்ள தானியங்கி அமைப்புகளின்'' செயல் திறனில் இம்மியளவையேனும் நம்மால் சாதிக்க முடியுமாயின் எவ்வளவு பிரமாதமாயிருக்கும்! நரம்பு மண்டலத்தில் ஏதேனும் ஓர் உறுப்பு பிசகிவிடும் பட்சத்தில், அந்நிலைமையைச் சமாளிக்க இயற்கை தயாரித்தளித்துள்ள உதிரி உறுப்புக்கள் யாவை? 1,400 கோடி நரம்பணுக்களின் இசைவான செயற்பாட்டுக்கு உத்தரவாதம் செய்வது எது?

சைபர்னெத்தியம் உதிப்பதற்கு முன்பெல்லாம் உடலிய லாளர்கள் நம்பகச் செயற்பாடு குறித்து நினைத்துக்கூட பார்த்ததில்லை. இந்தத் தொழில்நுட்பக் கலைச் சொல் அன்று அவர்களுக்குத் தேவைப்படவில்லை. ஆனால் சைபர்னெத்தியம் இப்பிரச்சினை குறித்துஒரு புதிய கண்ணோட்டத்தைஅவசியமாக் கிற்று. தலைமையான சோவியத் உடலியலாளரும் உயர் நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டுக் கழகத்தின் இயக்குநருமான எஸ்ராஸ் அஸ்ராத்தியானும், இக்கழக ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒருவரான பாவெல் சீமனவும் எழுதிய **மூளையின் நம்பகச் செயற் பாடு** என்னும் புத்தகம் இந்தப் புதிய கண்ணோட்டத்தின் ஒரு விளைவே ஆகும். இப்புத்தகம் பரபரப்பூட்டும் நாவலைப்போன் றுள்ளது. உயர் நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டுக் கழகம், மத்திய நரம்பு மண்டலக் கோளாறுகளுக்குரிய சிகிச்சைமுறை கள் குறித்து ஆராய்ந்து வருகிறது. மூளையின் தகவமைப்பு சூட்சுமங்களைக் கால் நூற்றுண்டுக்கு மேலாய் ஆராய்ந்து வரும் இந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள், நரம்பு மண்டலத்திற் குள்ள வியத்தகு ஆற்றலைக் கண்டு இனி ஆச்சரியப்படத் தேவை இருக்காது என்றே எண்ணத்தோன்றும். ஆயினும் அவர் கள் தொடர்ந்து ஆச்சரியமடைந்தே வருகிறார்கள். ''ஒழுங்கு முறை தவறிய பணிகளைச் சீர் செய்வதற்கு மூளைக்குள்ள, குறிப்பாய் அதன் உயர் பகுதிகளுக்குள்ள ஆற்றலானது மிகச் செழுமையான கற்பனைக்கும் எட்டாத ஒன்றாகும்'' என்று அஸ்ராத்தியானும் சீமனவும் அவர்களுடைய புத்தகத் தின் முகவுரையில் எழுதுகிறார்கள்.

மூளையின் சீரமைப்பு சூட்சுமங்களில் ஒன்றைப் பற்றி—நரம்பு மையங்கள் ''மறுபயிற்சி'' பெறும் ஆற்றல் கொண் டிருப்பது பற்றி—ஏற்கனவே நாம் தெரிந்து கொண்டோம். நரம்புகளை மாற்றி இணைத்துப் பேராசிரியர் அனோஹின் நடத்

திய சோதனைகளைப் போன்ற நூற்றுக் கணக்கான சோதனை கள் உயர் நரம்புச் செயற்பாட்டுக் கழகத்தில் செய்து பார்க்கப்பட்டன. முடிவு எப்பொழுதும் ஒரே விதமாகத்தான் இருந்தது: சேதம் சரி செய்யப்பட்டுவிட்டது. உதாரணமாய் ஊறுணர்வு மையம் காலின் அசைவுகளையும் இயக்கு மையம் வயிற்றின் சுருங்குதலையும் ஒழுங்கியக்கும்படி செய்யப்பட்டன. மூளையின் நரம்பு மையங்கள் தமக்குரிய பழைய பணிகளை இழந்ததும், புதிய பணிகளைச் செய்யக் கற்றுக் கொண்டு விட்டன. சோதனைப் பிராணி புதிய நிலைமைகளுக்குத் தன்னைத் தகவமைத்துக் கொண்டது. ஒரு கால் துண்டிக்கப்பட்டதும் நாய் அதிகச் சிரமமின்றி மூன்று கால்களில் நடக்கக் கற்றுக் கொண்டது. நான்கு கால்களையும் இழந்த எலி விரைவில் ஊர்ந்தும் புரண்டும் தனது உணவுத் தட்டை வந்தடைய லாயிற்று.

சாதாரணமாய்ப் பிராணிகள் எதிர்பார்க்க முடியாத கடுமையான நிலைமைகளில் புதிய மறிவினைச் சங்கிலிகளை நிறுவிக் கொள்ளும் அரிய ஆற்றலை மூளைப் புறணி பெற்றிருப் பதை இவையும் இதர பல சோதனைகளும் புலப்படுத்து கின்றன. புறணியின் இந்த நெகிழ்வுத் திறன், எல்லா வகையான வேலைகளையும் செய்யும் ஆற்றல் பெறும்படி தகவமைத்துக் கொள்ள அதற்குள்ள திறன், மிகக் கடுமையான நிலைமை களிலுங்கூட உயிரினங்களுக்கு அழியாது நிலவும் சக்தியை அளிக்கிறது. மூளைப் புறணியை இழந்துவிடும் ஒரு பிராணி தகவமைத்துக் கொள்ளும் திறனற்றதாகித் தவிர்க்க முடியாத படி மடிய நேரும் என்பதாகவே மேலே கூறியதிலிருந்து தோன்றும். இது மெய்தானா என்று பார்ப்போம்.

உயர் நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டுக் கழகத்தில் நடத்தப்பட்ட ஒரு சோதனையில் நாயின் மூளையினுடைய

இரு அரைக்கோளங்களிலிருந்தும் புறணி அகற்றப்பட்டது. குணமடைந்ததும் நாயின் நடத்தை வெகுவாய் மாறிவிட்டது. அதன் பெயரைச் சொல்லி அழைத்த போது அது திரும்பிக் கூட பார்க்கவில்லை; அதனால் தனது எஜமானரையும் அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை, மறிவினைகளை உருவாக்கிக் கொள்ளும் ஆற்றலிழந்துவிட்டது. இதன்முன் அதனிடம் எடுப்பான விளைவினைகளை ஏற்படுத்திய ஆயிரக் கணக்கான புறத் தூண்டல்கள் இப்பொழுது பொருளற்றனவாயின. அதன் பரம்பரைப் பகையான பூனையை இப்பொழுது அது கண்ணெடுத்தும் பார்க்கவில்லை. பிற நாய்கள் குரைத்தபோது ஒன்றும் செய்யாமல் சும்மாயிருந்தது. கதவு திறக்கப்பட்டதும் உள்ளே சென்று ஆராய வேண்டுமென்ற எண்ணமே அதற்குத் தோன்றவில்லை. அறையினுள் தரை பூராவும் இறைச்சித் துண்டுகள் இறைந்து கிடந்த போதிலும், மூலைக்கு ஒரு கஞ்சித் தட்டு இருப்பினும், அது உணவின்றி பட்டினி கிடந்தே மடிந்து போயிருக்கும்.

சுற்றுப்புற உலகைக் கண்டுணரும் திறன் வெகுவாய்க் குன்றிவிட்டது. ஆனால் நாய் நடமாடும் ஆற்றலை இழந்துவிடவில்லை. மணிக் கணக்காய் அறையில் அங்கும் இங்கும் நடந்தது. கூர்மையான பொருள்களிலிருந்தும் சூடானவற்றிலிருந்தும் விலகிச் சென்றது. அதன் வாயினுள் திணிக்கப்பட்ட இறைச்சியை மென்று தின்னவும் செய்தது. மூளையின் உயர் பகுதிகளை இழந்த பிராணியின் நடத்தை எளிய தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளால், புறணியடி நரம்பு முடிச்சுகளால் ஒழுங்கு செய்யப்படுகிறது.

சோதனையின் அடுத்த கட்டத்தில் தண்டுவடம் துண்டிக்கப்பட்டு நாயின் பின்னம் பகுதிகள் முடக்கப்பட்டன. புறணியடி முடிச்சுகளிலிருந்து குறியறிவிப்புகள் இப்பொழுது

பின்னங் கால்களுக்கு வந்துசேர முடியவில்லை; நாய் அவற்றைத் தரையில் இழுத்துக் கொண்டு சென்றது. ஆயினும் மின் அதிர்ச்சி கொடுத்ததும் காலை நாய் வெடுக்கென நகர்த்திக் கொண்டது. துண்டிக்கப்பட்ட இடத்துக்குக் கீழுள்ள தண்டுவட மையங்கள் இந்தத் தூண்டலுக்கு வினைவினை புரிந்ததை இது காட்டிற்று.

முடிவில், தண்டுவடத்தின் செயல்படும் மையங்களிலிருந்து காலுக்குச் செல்லும் நரம்புகள் துண்டிக்கப்பட்டன. நரம்பு மண்டலத்துக்கும் தசைநார்களுக்குமுள்ள கடைசி இணைப்பும் இவ்வாறு நீக்கப்பெற்றுவிட்டது. மின் அதிர்ச்சி கொடுத்தபோதும், ஊசியால் குத்தியபோதும் இப்பொழுது கால் அசையவில்லை. ஆயினும் தசைநார்கள் அவற்றின் சுருங்கும் திறனை இழந்துவிடவில்லை. ஓர் அற்புதம் நிகழ்ந்தது: நரம்பு மண்டலத்துடன் எல்லா இணைப்புகளையும் இழந்து முற்றிலும் சொந்த முயற்சிக்கே விடப்பட்டுவிட்ட தசைநார் இரசாயனத் தூண்டலுக்கு முன்னிலும் அதிக உணர்வுடையதாகியது. இரசாயன ஒழுங்கியக்கத்துக்கான புராதன சூட்சுமங்கள் உயிர்பெற்றுச் செயல்படத் தொடங்கின. இந்தப் புராதன சூட்சுமங்கள் உயர்நிலைப் பிராணிகளின் உடல்களிலும் ஒடுங்கிய நிலையில் இருக்கின்றன. இவை தமது செயலாற்றலைப் பூரணமாய் இழந்துவிடவில்லை. தலைமை ஒழுங்கியக்கிகள் நிலைகுலைந்துவிடும் அவசர நிலைமைகளில் ஒழுங்கியக்கப் பணிகளை மேற்கொள்ளும் ஒரு வகைச் சேமப்படையாய் அவை இருந்து வருகின்றன.

நரம்பு மண்டலத்தின் இந்தக் ''கீழ்நிலை அணியினர்'' ''தலைமைத் தளகர்த்த''ருக்குள்ள விரிந்த கண்ணோட்டம் பெற்றிருக்கவில்லைதான். நமது உடலின் உயிரணுக்களது பெரும் படைக்குத் தலைமை தாங்கும் ஆற்றல் அவற்றினிடம்

இல்லை. எனினும் மையத்திலிருந்து புதிய படைகள் வந்து சேரும்வரை அவற்றால் சொந்த முறையில் செயல்பட்டு தமது ''படைவரிசைகளின் போர் ஆற்றலைப்'' பாதுகாத்துக் கொள்ள முடிகிறது.

எனவேதான் மார்புக்கூட்டிலிருந்து வெளியே எடுக்கப்பட்ட பிறகும் இருதயத்தினுள் இரத்த ஓட்டம் நடைபெற ஏற்பாடு செய்தால் பல மணி நேரத்துக்கு இருதயம் தொடர்ந்து சுருங்கியும் விரிந்தும் செயல்பட முடிகிறது. முயலின் காதிலுள்ள இரத்த நாளங்கள் உயிரமைப்புடன் அவற்றுக்குள்ள நரம்பு இணைப்புகள் துண்டிக்கப்பட்ட பிறகும், இரத்தத்தில் இரசாயனத் தூண்டல் புகுத்தப்பட்டதும் சுருங்கிக் கொண்டும், விரிந்து கொண்டும் இருக்கின்றன.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்தின் பல-அடுக்கு அமைவுக்கு இத்தகைய அவசரக் கால மாற்றீடு ஏற்பாடுகளே காரணமாய் இருக்கும் என்பதாகத் தோன்றுகிறது. ஒவ்வொரு மட்டமும் ஒப்பளவில் சுயேச்சையுடையதாகவும், அதேபோதில் மேல்நிலை ஒழுங்கியக்கி மையங்களுக்குக் கண்டிப்பாய்க் கீழ்ப்படிவதாகவும் இருப்பதே மூளையின் நம்பகச் செயற்பாட்டின் அடிப்படையாகும். இந்தப் படிநிலை அமைப்பின் கீழ் மட்டங்கள் ஒழுங்கியக்குவதில் நேரடியாகப் பங்கு கொள்வதில்லையாதலால், நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே இவை உபயோகமற்றவையாகக் கழித்துக் கட்டப்பட்டிருக்கலாம். எனினும் உடலமைப்பு அவற்றைக் கழித்துவிடாது அவசரக் காலத்துக்கு உதவும் ஏற்பாடுகளாய் வைத்துக் கொண்டிருக்கிறது. பல அடுக்குகளில் இரட்டிப்பாய் அமைந்த ஏற்பாடு, சேதமடைந்த பகுதிகளின் பணிகளைப் பிற அடுக்குகளுக்கு மாற்றிவிடுவதற்கு வசதி செய்கிறது. இது போன்ற மாற்றமைவு எவ்வளவு தான் குறைபாடானதாய்

இருப்பினும், உடலமைப்பை உயிரிழந்துவிடாதபடி பாது காக்கிறது.

அடுக்கடுக்காய் அமைந்த இந்த இரட்டிப்பு ஏற்பாடு அன்னியில், மூளையானது மற்றொரு வகை சேமக் காப்பமைப் பையும் வைத்திருக்கிறது. நாயின் மூளைப் புறணியிலிருந்து கட்புலன் பிரிவை அகற்றிவிடுவதால், நாய் பூரணமாய்க் கண்பார்வையை இழுந்துவிடுவதில்லை என்பது பல காலத் துக்கு முன்பே கவனிக்கப்பட்டது. வழியிலுள்ள தடைகளில் மோதிக் கொள்ளாமல் நாய் ஒதுங்கிச் சென்று அவற்றைக் கடக்கிறது; பளிச்சிடும் ஒளியை நோக்கித் திரும்புகிறது; ஒளியின் அடிப்படையிலான நெறியாக்க மறிவினையையுங்கூட அதனிடம் வளர்த்திட முடிகிறது. செவிப் புலன் மையம் அகற்றப்படும்போதும் இது போன்ற நிலைமை ஏற்படுவது கவனிக்கப்பட்டுள்ளது. பலத்த சப்தத்துக்கும் இலேசான சப்தத்துக்கும், இசைநாதத்துக்கும் பொருளற்ற அகஸ்மாத் தான சப்தத்துக்கும் பிராணிகளால் இப்பொழுதுங்கூட வித்தியாசம் கண்டு கொள்ள முடிகிறது.

இச்சந்தர்ப்பங்களில் சேமக் காப்பு நரம்பு மையங்கள் இயங்கத் தொடங்குவதாய்க் கருத வேண்டியிருக்கிறது. பிர்தான மூல மையங்களுக்கு அவை பூரணமான மாற்ருகி விடுவதில்லை என்றபோதிலும், அவற்றின் விளைவினைகள் நய மற்று முரடாயும் வளர்ச்சி நிலையில் மிகவும் புராதனமாயும் இருந்தபோதிலும், பிராணி கட்புலன், செவிப்புலன் ஆற்றல் களை அறவே இழந்துவிடாமல் சிறிதளவு இருத்தி வைத்துக் கொள்ள உதவுகின்றன.

கட்புலனுக்கும் செவிப்புலனுக்கும் ஏனைய புலன்களுக்கு மான 'பிரதான மூல மையங்களைத் தவிர, தனித்தனிக் கட்புலன், செவிப்புலன் நரம்பணுக்கள் புறணியெங்கும்

ெநறியமைந்திருக்கின்றன என்பதும், இவற்றில் சில பிரதான மையங்களிலிருந்து நெடுந் தொலைவு விலகியமைந்திருக்கின்றன என்பதும் நுட்பமான சோதனைகளின் மூலம் தெரிய வந்துள்ளன.

விவரமான மூளை உள்ளமைவுப் படங்கள் வரையப்பட்டிருக்கின்றன. பிரதான நரம்பு மையங்களும் தொலை தூரங்களில் அமைந்த அவற்றின் துணைப் பிரிவுகளும் இப்படங்களில் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இவற்றுக்குத் திட்டவட்டமான எல்லைக் கோடுகள் இருக்கவில்லை; இவை மூளையின் வெவ்வேறு பகுதிகளிலுள்ள நரம்பணுக்களும் உள்ளடங்கியனவாய் இருக்கின்றன. சில நரம்பு மையங்கள் உண்மையில் ''மையங்களாய்'' அமைந்திருக்கவில்லை என்பதும் இடை நிகழ்வாய்த் தெரிய வந்தது. இதற்குப் பதிலாய்ப் பெருமளவுக்குச் சுயேச்சையுடன் செயல்படும் தனித்தனி நரம்பணுக்கள் இம்மையங்களுக்குரிய பணிகளைச் செய்து வருகின்றன. முக்கியமாய் உடலின் உள்ளுறுப்புகளை ஒழுங்கியக்கும் சூட்சுமத்திற்கு இது மிகவும் பொருந்தும்.

இதற்குத் தக்க காரணங்கள் உண்டு என்பதில் ஐயமில்லை. முதலாவதாக, இது போன்ற அமைப்பின் விளைவாய், இருதயம், நுரையீரல், வயிறு முதலானவை மூளைப் புறணியின் முற்றிலும் வெவ்வேறான பிரிவுகளுடனும் அதே அளவு வெற்றிகரமாய் இணைந்து செயல்பட முடிகிறது. இரண்டாவதாக, அடுக்கடுக்காய் இருக்கும் இந்த இரட்டிப்பு அமைப்பு, அல்லது ஒரே உள்ளுறுப்பின் செயற்பாட்டுக்குப் பொறுப்பான நரம்பணுக்களின் இந்த மிகைப்பாடு, ஜீவ பணிகளான சுவாசம், இரத்த ஓட்டம், செரிமானம் முதலானவை ஒழுங்கியக்கப்படுதல் அதிக அளவு நம்பகமாய் நடைபெறும்படி உறுதி செய்கிறது.

மத்திய நரம்பு மண்டலத்திடமுள்ள காப்பு ஏற்பாடுகளே யும் இம்மண்டலத்தின் எல்லாச் செயல் திறன்களேயும் பற்றி இன்னும் நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியவை ஏராளம் இருக்குமென்றே தோன்றுகிறது. நாயின் தண்டுவடத்தில் ஒரு பாதி துண்டித்தெடுக்கப்பட்டதும், இயற்கையாகவே அதன் உடலமைப்பில் கடுங் கோளாறுகள் ஏற்பட்டன. நாயினுல் நடக்க முடியவில்லே, ஏன் நிற்கக்கூட முடியவில்லே. அதன் நிலேயில் குறிப்பிடத்தக்க மேம்பாடு எதுவும் ஏற்பட முடியா தென்றே நினேக்க வேண்டியிருக்கும். நரம்புகள் திரும்பவும் மீட்சியுற்று வளர்வதில்லே. நரம்புகள் வளர்கின்றனஎன்ருலும், அவற்ருல் கத்திவெட்டால் ஏற்பட்ட தழும்பைத் துளேத்து வளர்ந்து செல்ல முடியாது. இது போன்ற அறுவையினுல் அழிக்கப்பட்ட தண்டுவட நரம்பணுக்கள் திரும்பவும் மீட்சி யுற்று வளர்வது சாத்தியமல்ல. ஆகவே, இந்த நாய் நிரந்தர மாய் முடமாகவே இருக்க வேண்டியதுதான் என்றே தோன் றும். ஆனுல் நாளடைவில் அது நடக்கத் தெரிந்து கொண்டது. சில காலத்துக்கெல்லாம் ஒன்றுமே நடை பெருதது போல நலமடைந்து கலகலப்பாகிவிட்டது. சேதமடைந்தவற்றுக்குப் பதிலாய்ச் செயல்படும் சேம நரம்பு பாதைகளும் நரம்பணுக் களும் தண்டுவடத்திடம் இருக்கின்றன என்பதே இதிலிருந்து பெறப்படும் முடிவு. இத்தகைய சேம நரம்புப் பாதைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டும் இருக்கின்றன. அதேபோதில் மூளே யானது மிகைப்பாட்டை மட்டும் நம்பிக் கொண்டிருக்க முடியாது; சேதமடைந்த பகுதிகளேப் பழுதுபார்த்துச் சரிசெய்யவும், நிலேகுலேவைத் தடுக்கவும் அது ஆற்றலுடை யதாய் இருக்க வேண்டும்.

இதுவரை நாம் மூளேயின் செயற்பாட்டின் ஒரு கூறு குறித்து மட்டுமே பேசி வந்தோம்—அதாவது நரம்பணுக்கள்

கிளர்த்தப்படுவது குறித்து மட்டுமே பேசி வந்தோம். நரம் பணுவின் கிளர்ச்சியைத் தொடர்ந்து அது சிறிது நேரம் ஓய் வெடுத்துக் கொள்கிறது. இந்த ஓய்வு நேரத்தில் அதனுள் செயல்கள் தடையுறுத்தப்பட்டுவிடுகின்றன. கிளர்ச்சியை எப்பொழுதும் தடையுறுத்தல் பின்தொடர்கிறது. இதை நாம் எளிதில் காணலாம். கை மூட்டு ஒன்றின் மடக்குத் தசைநார்களை ஒழுங்கியக்கும் மூளைப் பிரிவு மின்விசையால் தூண்டப்படுகிறது. இந்த முதலாவது தூண்டலைத் தொடர்ந்து 13 விநாடிக்குள் இரண்டாவது தூண்டல் அளிக்கப்பட்டால், விளைவினை எதுவும் ஏற்படுவதில்லை. நரம்பணுக்கள் "ஓய்வெடுத்துக் கொண்டிருக்கின்றன"; அப்பொழுது அவை உத்தரவுகளைத் தசைநார்களுக்கு அனுப்பி வைப்பதில்லை. இதற்கும் கூடுதலான இடைவேளை விட்டுத் தூண்டல் அளிக்கப்பட்டால், தசைநார்கள் தவறாமல் சுருங்கி இழுக்கின்றன.

தடையுறுத்தப்பட்டுள்ள இந்தக் குறுங் காலங்களைப் பயன்படுத்தி மூளையானது கோளாறுகளைத் தவிர்ப்பதற்குரிய பழுதுபார்க்கும் வேலைகளைச் செய்து கொள்கிறது. நாம் வியந்து போற்றும் நரம்பு மண்டலத்தின் அற்புத வேலைத் திறனுக்கு இதுவும் ஒரு காரணமாகும். இதைவிட விரிவான முறையில் பழுதுபார்ப்பதற்கும் மூளைக்கு அவகாசம் கிடைக்கிறது. "ஒவ்வொரு இரவும் இயற்கை நமது மூளையை ஓய்ந்திருக்கச் செய்து, முழு அளவில் அது பழுதுபார்த்துச் செப்பனிடப்படுவதற்கு வகை செய்கிறது" என்று அஸ்ராத்தியானும் சீமனவும் எழுதுகின்றனர்.

தூக்கத்தின்போது மூளை முழுதும் தடையுறுத்தப்படுகிறது; நரம்பணுக்கள் ஓய்வெடுத்துக் கொண்டு ஆற்றலைச் சேமித்து, புதுத் தெம்பு பெறுகின்றன. ஓய்வு இல்லையேல் அபாயம்

விளைவிக்கும் மிதமிஞ்சிய கிளர்ச்சி ஏற்படுகிறது; இதனால் நரம்பு மண்டலம் அறவே களைப்புற்று ஒடுங்கிவிட நேரக்கூடும்.

அவசர நிலைமைகளில் நரம்பணுக்கள் விழித்திருக்கும் போதுகூட தடையுறுத்தப்பட்டுவிடலாம். தூண்டல் அளவு மீறியதாய் இருக்கையில் இது நேரிடுகிறது. உதாரணமாய், நாயின் வாயில் எச்சல் ஊறச் செய்யும் மறிவினைக்குரிய மணி யோசை அளவு மீறி கடுமையாகிவிடும்போது, எச்சல் ஊறுவது நின்றுவிடுகிறது. செவிப்புலன் மையத்தின் நரம்பணுக்கள் சேதமுற்றுவிடாமல் இருப்பதற்காக அவை தடையுறுத் தப்பட்டுவிடுவதையே இது குறிக்கிறது.

தடையுறுத்தல் போதுமானதாய் இல்லாவிட்டாலோ, அது நடந்தேறப் போதிய அவகாசம் கிடைக்காவிட்டாலோ, நரம்பு மண்டலத்துக்கு ஏற்படக் கூடிய அபாயத்தைச் சோதனைகள் மிகத் தெளிவாய்க் காட்டுகின்றன. சக்தி வாய்ந்த ஒலித்தூண்டல்கள் ஒன்றின்பின் ஒன்றாய் மிகவேகமாய் எலிகளுக்கு அளிக்கப்பட்டன. இதனால் சாதாரணமாய்த் தீங்கு நேரிடுவதில்லை, ஏனெனில் தடையுறுத்தலானது நரம்பணுக் களின் கிளர்ச்சி வரம்பை உயரச் செய்துவிடுகிறது. ஆனால் குறியறிவிப்புகளுக்கு இடையே மிகக் குறுகிய அவகாசம் ஏற் படுமாயின், நரம்பு மண்டலம் மிகக் கடுமையான கிளர்ச் சிக்கு உள்ளாகிறது. குறியறிவிப்புகளுக்கு இடைப்பட்ட நேரத் தில் நரம்பணுக்களின் தடையுறுத்தல் பாதுகாப்பு நீக்கப் பட்டுவிடுவதால், திரும்பவும் ஒலி திடீரெனத் ஒலிக்கப்படு கையில் அவை பாதுகாப்பற்றனவாகி விடுகின்றன. நரம்பணுக் கள் இவ்விதம் மிதமிஞ்சி கிளர்ச்சி அடைவதன் விளைவாய் எப்பொழுதாவது சோதனைப் பிராணி இறக்க நேர்வதும் உண்டு.

மிதமிஞ்சிய தூண்டலின் விளைவாய் உண்டாகும் தடை

யுறுத்தலுக்குக் காப்பு அல்லது மிதமிஞ்சிய தடையுறுத்தல் என்று பெயர். பலவீனமான, அகஸ்மாத்தான தூண்டல் களிலிருந்து நரம்பணுக்களுக்குப் பாதுகாப்பு அளிப்பதற்காக மற்ருெரு வகை தடையுறுத்தல் உண்டாகிறது. உதாரணமாய், மின் அதிர்ச்சி போதிய அளவு பலமாய் இருந்தால்தான், அதாவது கிளர்ச்சி வரம்புக்கு மேற்பட்டதாய் இருந்தால் தான், நாய் தனது பாதத்தை இழுத்துக் கொள்கிறது.

நரம்பணுவினுள் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் இவ்வாறு காப்புத் தடைமதில்கள் அமைக்கப்பட்டிருப்பது போல இரு முனைகளிலும் வரம்பிடப்பட்டுள்ளன. இது நரம் பணுவை மாருத ஒரு நிலையில் செயற்படச் செய்கிறது.

உடலில் சேதம் ஏற்படுகையில் மூளை அதை எப்படிச் சமாளிக்கிறது என்று தெரிந்து கொள்வது நல்லதுதான். ஆனல் முறையான நிலைமைகளில் அது இவ்வளவு நம்பகமான முறையில் எப்படிச் செயல்படுகிறது என்று தெரிந்து கொள்ள வேண்டாமா? உதாரணமாய், மூளை எப்படி தவறுகளைத் தவிர்த்துக் கொள்கிறது?

கணிப்பியந்திரத்தில் ஒரேவொரு குழாய் ஒரு முறை தவருய்ச் செயல்படுமாயின், அதாவது உதாரணமாய், ''ஒன் றுக்குப்'' பதிலாய் ''சுன்னம்'' தோன்றிவிடும்படித் தவறிழைக் குமாயின், பல மணி நேரமாய் நடைபெற்ற கணிப்பின் விளைவுகள் எதற்கும் உதவாமற் போய்விடும். கணிப்பியந் திரங்கள் விடை காணும் கணக்குகள் ஒரு கோடிக்கு மேற்பட்ட செய்மானங்கள் கொண்டவையாய் இருக்கும். மொத்தம் இவற்றில் 1,000கோடி ஆதார எண்கணக்குச் செய் மானங்கள் அடங்கியிருக்கலாம். சரியான விடை கிடைக்க வேண்டுமானல், ஒரு பிழைகூட நிகழாதபடி இந்த 1,000 கோடிச் செய்மானங்களையும் முடித்தாக வேண்டும். அதாவது

பிழையின் சம்பாவிதம் [probability] 100,00,00,000இல் ஒன்றுக்கு மேல் போகக் கூடாது.

கணிப்பியந்திரச் செயற்பாட்டில் ஒவ்வொரு மின்னணுக் குழாயின் பிழையற்ற செயல் அவ்வளவு முக்கியமானதல்ல, எல்லாக் குழாய்களின் கூட்டான செயலே மிகவும் முக்கியமானது என்பதைக் காலஞ் சென்ற ஜான் வான் நெய்மன் தான் எல்லோருக்கும் முதலாய்க் காட்டியவர். திரும்பத் திரும்பச் செய்து பார்ப்பதுதான் தவறுகளைத் தவிர்த்துக் கொள்வதற்கான சிறந்த வழி. கணிப்புக் கட்டுப்பாட்டுக் குரிய இந்த வழி, சார்பற்ற இரு நிகழ்ச்சிகள் ஒத்தமைவதன் சம்பாவிதம் அவை இரண்டின் தனித்தனியான சம்பாவிதங் களின் பெருக்குத் தொகைக்குச் சமமென்ற கணித விதியை அடிப்படையாகக் கொண்டது. ஆகவே, ஒரு முறை செய்யப் பட்ட கணிப்பு தவருகிவிடுவதன் சம்பாவிதம் 0.01 சதவீத மாயின், சார்பின்றி இரண்டாம் முறையாய் திரும்பவும் செய் யப்படும் கணிப்பும் தவருகிவிடுவதன் சம்பாவிதம் $0.01 \times 0.01 = 0.0001$ ஆகும், அதாவது ஒரு சதவீதத்தில் பத் தாயிரத்தில் ஒரு கூருகும். இரு முறை கணக்கிடும்போது 10,000ல் 9,999 தடவைகளில் பிழை கண்டுபிடிக்கப்பட்டு விடும் என்பதே இதன் பொருள்.

கணிப்பியந்திரத்தில் இந்த விதியை அனுசரிப்பது எப்படி? கணிப்பியந்திரத்தின் எண்கணிதத் தொகுப்பை முழுதொத்த, ஆனல் சார்பில்லாத இரு பிரிவுகளாகப் பிரித் தமைத்துக் கொள்வது இதற்குரிய ஒரு வழி. கணிப்பின் முடிவு களை ஒரு தனி சூட்சுமத்தைக் கொண்டு இடையருது ஒத் திட்டுப் பார்க்க வேண்டும். அவை ஒத்திருக்கும் வரை கணிப்பு வேலைகள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. ஒவ்வா நிலை ஏற் பட்டதும் இயந்திரம் நின்றுபோய் அபாய அறிவிப்பு ஒலியை

எழுப்புகிறது. இதைக் காட்டிலும் சிறந்த ஏற்பாடு, மூன்று அல்லது நான்கு எண்கணிதத் தொகுப்புகளை நிறுவி அவற்றை ஒரு பொது ஒழுங்கியக்கித் தொகுப்புடன் இணைத்திடல். இந்தப் பொது ஒழுங்கியக்கித் தொகுப்பை வான் நெய்மன் ''மீட்டாக்க உறுப்பு'' என்றழைத்தார். கணிப்பு தொடர்ந்து நடைபெற வேண்டுமா, வேண்டாமா என்பது ''பெரும்பான்மை வாக்குகளின் மூலம்'' இவ்வுறுப்பில் ''வாக்கெடுப்பாளர்களால்'' தீர்மானிக்கப்படுகிறது. இது போன்ற பல இணை அமைப்புகள் இருக்கும் போது, ஒரே பிழையை இவை யாவும் ஒரே நேரத்தில் செய்வதன் சம்பாவிதம் மிகமிகச் சொற்பமாய் இருக்குமாதலால், வேலையை நிறுத்த வேண்டியது அவசியமற்றதாகிவிடும்.

இவ்வாறு யாவும் மீட்டாக்க உறுப்பு நிறுவப்படுவதையே பொறுத்துள்ளன. கணிப்பியந்திரத்தின் வெளிப்பாடுகளுக்கும் மீட்டாக்க உறுப்பின் உட்பாடுகளுக்கும் குருட்டாம் போக்கு இணைப்பு இருக்கலாமென்று வான் நெய்மன் கூறினார். முக்கியமானது இணைப்புகளின் எண்ணிக்கையே அன்றி எந்தப் பிரத்தியேக சுற்றமைவுக் கோட்பாடுமல்ல. இணைப்புகள் போதுமான எண்ணிக்கையில் இருந்தால் மீட்டாக்க உறுப்பு இயங்கத் தொடங்கிவிடுகிறது. வாக்கெடுத்துத் தீர்மானிக்க வேண்டியது முற்றிலும் புள்ளியியல் விவகாரமே அன்றி வேறல்ல.

தமது கருத்து நெடுங் காலத்துக்கு முன்பே இயற்கையால் செயல்படுத்தப்பட்டுவிட்டது என்பதை உணராமலே வான் நெய்மன் இறந்துவிட்டார். நமது மூளையானது அதன் கட்டமைப்பில் மிகைப்பாட்டுக்கு நிறைய இடம் தந்திருக்கிறது. அது இரு அரைக் கோளங்களாய்ப் பிரிக்கப்பட்டு, செவிப்புலன், கட்புலன் மையங்களும் பிற மையங்களும் இரண்

டிலும் அமைந்து ஏககாலத்தில் செயல்படுவதானது காரண மின்றி நடைபெறுவதல்ல. ஒவ்வொரு நரம்பணுவும் வான் நெய்மனது மீட்டாக்க உறுப்பினைப் பெருமளவுக்கு ஒத்திருக் கிறது. ஒவ்வொரு நரம்பணுவின் மேற்பரப்பையும் அக்கம் பக்கத்து நரம்பணுக்களிலிருந்து வரும் பத்தாயிரக் கணக் கான கிளை இழைகள் தொடுகின்றன. ஏககாலத்தில் பல இணைப்புகளின் வழியே தூண்டல் வந்து சேர்ந்தால்தான் உயிரணு இயங்கத் தொடங்குகிறது. செயலில் இறங்குமுன் மூளை பல்வேறு தூண்டல்களையும் தொகுத்துப் பார்க்கிறது. எளிதில் பிழை புரியவும் நிலைகுலையவும் கூடிய உறுப்புக்களைக் கொண்டு அமைக்கப்பட்டதாயினும், மூளை நம்பகமான சூட்சுமமாய் இருக்க இதுவேதான் காரணம்.

மூளையானது பொறியாளரின் இதுவரை சாதிக்க முடியாத இலட்சிய அமைப்பாகவே பல அம்சங்களில் திகழ்கிறது. முக்கியமாய் நம்பக நிலை, வேலைத்திறன், மிகமிகச் சொற்ப மான இயக்குவிசைச் செலவு ஆகிய அம்சங்களில் இது மிக வும் உண்மையாகும். பொறியாளரின் ஆர்வக் கனவுகளுக்கும் எட்டாதவற்றை இயற்கையானது பல கோடி ஆண்டுக் காலப் பரிணாம வளர்ச்சியின் மூலம் சாதித்திருக்கிறது.

மின்னணு மூளைகள்

சிந்திக்கும் உயிருள்ள மூளைக்கும் மின்னணுக் கணிப்பியந் திரத்துக்குமுள்ள பெருமளவிலான ஒரே வித்தியாசம் பரு மனிலும் உயிரணு அல்லது குழாய்களின் எண்ணிக்கையிலும் தான் அடங்கியிருப்பதாய் சமீபக் காலம் வரையில் பலராலும் கருதப்பட்டு வந்தது. எப்படியும், இரு அமைப்புகளையும் ஒப்பிட்டு இவற்றினிடையிலான ஒற்றுமை வேற்றுமைகள்

குறித்து விவாதித்த மிகப் பெருவாரியான புத்தகங்களில் இதுவே பிரதான வாதமாய் எடுத்துரைக்கப்பட்டு வந்தது.

''மூளையிலுள்ள நரம்பணுக்களுக்குச் சமமான எண்ணிக்கையில் மின்னணுக் குழாய்களைக் கொண்ட ஓர் இயந்திரத்தை என்றாவது அமைத்திடுவது சாத்தியமென நினைக்க முடியுமா? இத்தகைய ஒன்றை அமைத்திட முடியுமெனக் கொண்டாலுங்கூட, இப்படிப்பட்ட ஓர் இயந்திரத்துக்கு எவ்வளவு பெரிய இடம் வேண்டியிருக்கும், தெரியுமா?'' இதுவே மிகப் பல நூலாசிரியர்களும் எழுப்பிய கேள்வியாக இருந்து வந்தது. இந்த இயந்திரத்துக்கு நியூயார்க்கின் எம்ப்பயர் ஸ்டேட் பில்டிங் முழுதும் வேண்டியிருக்குமென்றும், இத்தனை மின்னணுக் குழாய்களையும் குளிர வைப்பதற்கு நியாகரா நீர்வீழ்ச்சியின் நீர் அனைத்தும் தேவைப்படுமென்றும் ஒரு மதிப்பீடு கூறிற்று. இயந்திரத்துக்கும் மூளைக்குமுள்ள இடைவெளியைக் கடக்க முடியாதென்பதற்கு இந்த மதிப்பீடு ஒரு நிரூபணமாய் மீண்டும் மீண்டும் எடுத்துக் கூறப்பட்டுள்ளது.

நமது மூளை 3 பைன்ட் பரிமாணமும் 3 ராத்தல் எடையுமுள்ளது. இதற்கு ஆகும் ஆற்றல் செலவு 25 வாட்டுதான் (ஒரு சிறு மின்சார பல்புக்கு வேண்டிய அதே அளவுதான்). இந்த மூளை லட்சங்கோடி 'பிட்' தகவலைச் சேகரித்து நினைவில் வைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றலுடையது. இது போன்ற மூளைக்கு நமது இயந்திரங்கள் ஓரளவேனும் ஒப்பானவை ஆவதற்கு நீண்ட நெடிய காலமாகிவிடும் என்று கூறுகிறார், தலைசிறந்த சைபர்னெத்திய நிபுணரான வாரென் மக்கல்லஹ்.

ஆனால், சோவியத் விஞ்ஞானப் பேரவையின் கூட்டு உறுப்பினர் விளாதீமிர் சிபோரவ் 1961 டிசம்பரில் இவ்வாறு எழுதினார்:

''மிகவும் நுண்ணிய பொறிகளை நம்மால் அமைக்க முடிந்

ததும், ஒரு கன• சென்டிமீட்டர் பரிமாணத்துக்குள் இருபது கோடி உறுப்புகள் அடங்கிய நரம்பணு மாதிரியமைப்புகளை நிறுவுவது சாத்தியமாகிவிடுமென எதிர்பார்க்கலாம். நமது மூளையினுள்ளும் ஏறத்தாழ இதே எண்ணிக்கையில்தான் நுண் உறுப்புகள் அடங்கியுள்ளன. (மின்னணுக் கணிப்பியந் திரங்களில் ஒரு கன சென்டிமீட்டர் பரிமாணத்திலுள்ள உறுப்புக்களின் எண்ணிக்கை இதைக் காட்டிலும் 1,00,000 மடங்கு குறைவானது).

''...மனித மூளைக்கு ஒப்பான நினைவுச் சேகாரத் திறன் கொண்ட புதிய சைபர்னெத்திய அமைப்புகளை உருவாக்கு வதற்குரிய வாய்ப்புகள் தோன்றி வருகின்றன.''

இடைவெளி கடக்கப்படக் கூடியதேஎன்பதாய்த் தோன்று கிறது. மின்னணுக் குழாய்களுக்குப் பதிலாய் அரைக்கடத்தி களும் [semiconductors] பிறகு நுண்ணலகுகளும் [micromodules] பயன்படத் தொடங்கியதும் இந்த இடைவெளி கணிசமாய்க் குறையலாயிற்று. மூளையின் நரம்பணுக்கள் தனித்தனி கண்டென்சர்களாகவோ, மின்தடைகளாகவோ செயல்படுவ தில்லை. மின்னணு அமைப்புகளையும் இதே போல பல வேலை களையும் செய்ய வல்ல உறுப்புகளைக் கொண்டு அமைத்திட லாம் என்ற கருத்து உதித்தது. பரிசுத்த படிகங்களான அரைக்கடத்திகளை உபயோகித்து இது செய்யப்படுகிறது. பிற மூலக்கூறுகள் இந்த அரைக்கடத்திகளில் சேர்க்கப்படு கின்றன. இம்மூலக்கூறுகள் மின்தடைகளாகவும் கண்டென்சர் களாகவும் இன்ன பிறவாகவும் செயல்படுகின்றன. தற்போது மின்னணு உறுப்புகள் மூலக்கூறுக்கு ஒத்த பருமனில் உரு வாக்கப்பட்டு வருகின்றன. இந்த வளர்ச்சியின் விளைவாய்த் தோன்றியிருக்கும் புதிய விஞ்ஞானத் துறை மூலக்கூறு மின் னணுவியல் என்பதாய் அழைக்கப்படுகிறது. பருமனில் நரம்

..ணுக்களைவிடப் பெரிதாய் இல்லாத உறுப்புகளை உருவாக்கு வதே இறுதி இலட்சியமாகும். உயிருள்ள மூளையைப் போல் சிறி தான செயற்கை மூளையை அமைத்திட இவற்றைப் பயன் படுத்திக் கொள்ளலாம். ஆனால் கணிப்பியந்திரத்துக்கும் மூளைக்குமுள்ள இடைவெளியைக் கடக்க இது போதுமா?

இதைப் பரிசீலித்துப் பார்ப்போம். பருமனைக் குறைப்பது நம்முன்னுள்ள பணியில் கால் பகுதியே ஆகும். ஒரு சிறு பெட்டியினுள் அடங்கிவிடக் கூடிய மின்னணுச் சுற்றமைவு இன்றைய ''இராட்சதப்'' பருமனுள்ள ''மூளைப் பொறிக ளுடன்'' ஒப்பிடுகையில் மிகப் பெரிய முன்னேற்றமே என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனால் பருமனைவிட மூளையின் கட்டமைப்பே மிகவும் முக்கியமானது என்பதை இப்பொழுது நாம் தெரிந்து கொண்டுவிட்டோம். மூளைக்கு ஓரளவேனும் ஒப்பாய் இருக்கக் கூடிய இயந்திரத்தைப் பொறியாளர்கள் உருவாக்க நினைத்தால், அவர்கள் இயற்கையிடமிருந்து நிறைய கற்றுக் கொண்டாக வேண்டும். பேராசிரியர் அனோஹினது செயல் அங்கீகாரிக்கு, அதாவது நினைவுக் களஞ்சியத்திலிருந்து தகவலைத்தேடிப்பிடிப்பதற்கான சூட்சுமத்துக்குஅவர்கள் மின் னணு ஒப்பினை உருவாக்கியாக வேண்டும். நினைவுக் களஞ்சிய சேகார முறைகளை மனித மூளையின் வழிகளில் திருத்தி அமைத்தாக வேண்டும். நவீன கணிப்பியந்திரங்களில் பயன் படுத்தப்படும் ஒரு தனி நினைவு சேமிப்பகத்துக்குப் பதிலாய், பரவலாய் வினியோகிக்கப்பட்டு இயங்கும் நினைவுக் களஞ் சியத்துக்கு ஏற்பாடு செய்ய வேண்டும். மின்னணு இயந் திரங்களில் அடிக்கடி நிகழ்வது போல ஓர் உறுப்பு மக்கர் செய் வதால் இயந்திரம் முழுதுமே தடைப்பட்டு நின்றுவிடு வதைத் தவிர்க்கும்படியான வகையில் நரம்பணு ஒப்பு ஒன்று அமைக்கப்பட்டாக வேண்டும்.

மூளையில் கிளர்ச்சி பரவும் வேகத்தைப் பரிசீலித்தபோது நரம்பணுக்கள் குழுக்கள் அல்லது தொகுதிகளாய் அமைந்திருப்பதாய்த் தோன்றியது. நரம்புத் தூண்டல் எடுத்த எடுப்பில் ஒரு நரம்பணுவிடமிருந்து பலவற்றுக்கும், அதாவது அதன் தொகுதியைச் சேர்ந்த எல்லா உறுப்பினர்களுக்கும் பரவிவிடுகிறது. எத்தனை நரம்பணுக்கள் சேர்ந்து ஒரு தொகுதியாய் அமைந்துள்ளன என்பது தெரியவில்லை. ஒவ்வொரு தொகுதியிலும் ஏழு நரம்பணுக்கள் சேர்ந்திருப்பதாகவும், ஒவ்வொரு நரம்பணுவும் அண்டையிலுள்ள மூன்றுடன் இணைந்திருப்பதாகவும் சில விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள். வேறு சிலர் ஒரு தொகுதியில் 10,000 நரம்பணுக்கள் வரை இருக்கின்றன என்றும், ஒவ்வொன்றும் குறைந்து நூற்றுக் கணக்கான அண்டை நரம்பணுக்களுடன் இணைந்திருக்கிறது என்றும் கூறுகின்றனர். நரம்பணுத் தொகுதிகள் எவையும் இல்லை என்று மறுப்போரும் இருக்கிறார்கள்.

''தொகுதிக்'' கருதுகோளைப் பரீட்சிப்பதற்காக நடத்தப்பட்ட ஒரு சோதனையில் ''ஐ. பி. எம்.—107'' கணிப்பியந்திரம் 63 நரம்பணுக்களைக் கொண்ட ஒரு தொகுதியாக நடித்துக் காட்டும்படிச் செய்யப்பட்டது. ஒவ்வொரு ''நரம்பணுவும்'' ஒரு குழாயாகக் கொள்ளப்பட்டு, இதர எட்டுக் குழாய்களுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தது. சில குழாய்கள் ஓய்வு நிலையிலிருந்து ஊக்குவிக்கப்பட்டதும் அந்தக் கிளர்ச்சி தொகுதி பூராவுக்கும் 1/1,50,000 விநாடிக்குள் பரவிவிட்டது. நரம்பணு ஒப்புக்களைக் கொண்டு மற்றும் பல சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. கணிப்பியந்திரங்களில் நரம்பணுக்களைப்போல செயல்படும் மின்னணு ஏற்பாடுகளுக்கு ''நியூரிஸ்டர்கள்'' [*neuron* + *transistor*] என்பதாய்ப் பெயரிடப்பட்டது. மின்னணுக் குழாயினைவிட நியூரிஸ்டரானது நரம்பணுவுக்கு

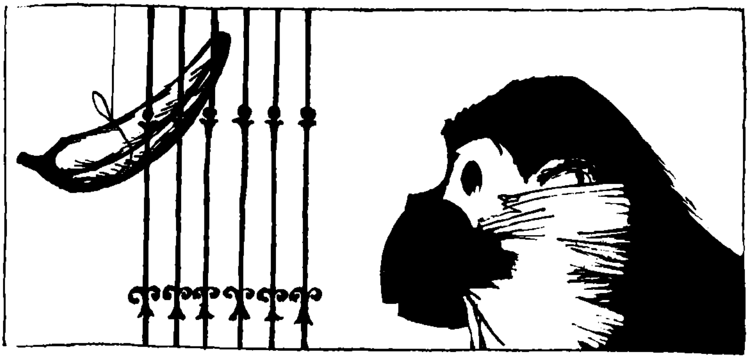
மேலும் நெருங்கிய ஒப்பாகும். நரம்பணுவைப் போலவே நியூரிஸ்டரும் கிளர்ச்சி, ஓய்வு ஆகிய இரு நிலைகளுடன் கூட, செயலுக்கு ஊக்குவிக்கப்படுவதற்கு அடைய வேண்டிய கிளர்ச்சி வரம்பையும் பெற்றிருக்கிறது. மேலும் மூளை உயிரணுவைப்போலவே (மின்னணுக் குழாயைப் போலல்லாமல்) நியூரிஸ்டர் கிளர்ச்சியைத் தொடர்ந்து ஓய்வெடுத்து, புதிய தூண்டலுக்காக சக்தியைச் சேகரித்துக் கொண்டாக வேண்டும். நியூரிஸ்டர்கள் 8லிருந்து 10 வரையிலான உள்வரும், வெளிச் செல்லும் இணைப்புக்கால்கள் பெற்றிருக்கின்றன. இவை வெவ்வேறு பணிகளைச் செய்கின்றன. சில உறுதியூட்டலையும், ஏனையவை தடையுறுத்தலையும் தாங்கிச் செல்கின்றன.

வழக்கமான மின்னணுக் கணிப்பியந்திரத்தைக் காட்டிலும் நியூரிஸ்டர்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் இயந்திரமானது மூளைக்கு மேலும் நெருங்கிய ஒப்பாகும். மின்னணு மூளைகள் மேலும் ''புத்தியுடையனவாய்'' வளர்ந்திருப்பதோடுகூட, அனுபவச் சேகரிப்பு—உறுதியூட்டும் தூண்டல்களைத் தொடர்ந்து ஏற்படும் நிலைகளை மனப்பாடம் செய்தல் —போன்ற உயிரமைப்புகளுக்குரிய பண்புகளைப் பெற்று விட்டன என்பதில் ஐயமில்லை. சில காலத்துக்குள் இவை போதிய அளவு உறுதியூட்டப் பெறாத தூண்டல்களுக்கு வினைவினை புரியாமல் நின்றுவிடுகின்றன. அப்படியானால், இயந்திரங்கள் நல்லதையும் கெட்டதையும் வேறுபடுத்தி இனம் கண்டு கொள்ள, அதாவது சிந்தனை செய்ய ஆற்றல் பெற்றுள்ளனவா?

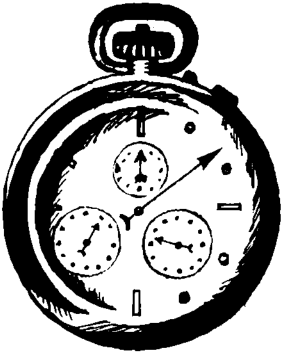
இந்தக் கேள்விக்கு விடை காண்பதைத் தற்போதைக்கு ஒத்திப் போட்டுவிட்டு, இயந்திரத்தால் ''அனுபவத்தைச் சேகரிக்க'' முடியுமென்பதன் அர்த்தம் என்னவென்று முதலில் பரிசீலிப்போம்.

இயந்திரங்கள்
பள்ளி சென்று பயின்றால்...





பூச்சிகளை ஒத்த இயந்திரங்கள்



மறிவினைச் சங்கிலி என்பது உடலியலாளர்கள் கையாளும் அடிப்படைக் கருத்துக்களில் ஒன்று. உண்மையில் ''செயல் முறைத் திட்டம்'' என்பதே இத்தொடர் உணர்த்தும் பொருளாகும். (தீவிரவாத சைபர்னெத்தியர்கள் சிலர் கூறுவது போல இயந்திரங்களுக்குமறிவினைகள் உண்டு என்பதாக இதிலிருந்து அர்த்தப்படுத்திக் கொள்ளலாகாது.)

மின்னணு இயந்திரத்தின் செயல் முறைத் திட்டம் அல்லது செயல் திட்டம் என்பது உத்தரவுகள் அல்லது திட்டமிடப்பட்ட செயல்களின்

கோவையே ஆகும். ஒரு செயலைத் துவக்கிவைக்கும் குறியறிவிப்பு அதற்கு முந்தியச் செயலால் ஏற்பட்ட விளைவுகளைப் பொறுத்துள்ளது.

பிராணிகளும் இதே வழியில்தான் ''செயல்படுகின்றன''. நெறியாக்கத் தூண்டலைத் தொடர்ந்து அவை மறிவினைச் செயல் புரிகின்றன. இச்செயலின் விளைவாய்ச் சுற்றுச்சார்பில் மாற்றம் உண்டாகிறது. இந்த மாற்றத்தைப் பற்றிய தகவல் பிராணியின் உடலமைப்புக்கு அடுத்த செயலை மேற்கொள்ளலாம் என்பதை அறிவிக்கிறது.

உயிரமைப்புகள் பல்வேறு வகைப்பட்ட செயல்திட்டங்களைக் கொண்டுள்ளது மெய்தான். சில செயல்திட்டங்கள் தகவமைவுக்காக வேண்டிய மிக எளிய தேவைகளிலிருந்து தோன்றிப் பல தலைமுறைகளின் காலப்போக்கில் பரிணும வளர்ச்சி பெற்றவை. இயற்கையால் நரம்பு மண்டலத்தில் பதிக்கப்பட்டு பிராணிகளுடன் கூடப் பிறந்தவை இவை. வலியை உண்டாக்குழ் ஆதாரத்திலிருந்து பாதத்தை வெடுக்கென இழுத்துக் கொள்வது, சுவாசிப்பது, உணவைச் செரிக்க வைப்பது முதலான நெறியாக்கமுறு எல்லா மறிவினைகளுக்கும் இந்த மரபுவழி வந்த செயல்திட்டங்களே காரணம். இச்செயல்களைப் பிராணி கற்றுத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியிருப்பதில்லை; இவற்றை எப்படிச் செய்ய வேண்டுமென்பது நரம்பு மண்டலத்துக்கு ஏற்கனவே தெரியும். இத்தகைய செயல்திட்டங்களுக்கு உட்பட்ட செயல்கள் அவற்றுக்குரிய வலி, குளிர், இன்ன பிற புறக் குறியறிவிப்புகளால் தானியங்கி முறையில் துவக்கி வைக்கப்படுகின்றன. பல உயிரினங்கள்—உதாரணமாய்ப் பூச்சிகள்—முற்றிலும் இத்தகைய மரபுவழி வந்த செயல்திட்டங்களாலேயே வழிகாட்டப் பெற்றுச் செயல்படுகின்றன.

ஏனைய செயல்திட்டங்கள் வாழ்க்கை அனுபவத்தின் வாயிலாய்ப் பெறப்படுபவை. இவை நெறியாக்க மறிவினைகளின் பாற்பட்டவை என்பதை நீங்கள் ஊகித்திருப்பீர்கள். இவையுங்கூட நரம்பு மண்டலத்தில் பதிக்கப்படுபவைதான். ஆனால் தேவை இருக்கும் வரையில்தான் இவை நீடிக்கின்றன. தேவை மறைந்ததும் காந்த நாடாவில் பதிவு செய்யப்பட்டது அழிவது போலத் தடம் தெரியாமல் அழிந்துவிடுகின்றன.

மின்னணு இயந்திரங்கள் விவரமான, கண்டிப்பான செயல்திட்டத்தின் பிரகாரம் செயல்படுகின்றன. இத்திட்டத்திலிருந்து அவை இம்மியும் பிறழ முடியாது. இவ்வாறு சிறிதும் மாற்றத்துக்கு இடமில்லாக் கட்டுறுதியுடன் செயல்திட்டமிடப்பட்ட இந்தச் சுய ஒழுங்கியக்கி இயந்திரங்கள் வாழ்வெல்லாம்''நெசவாளியாகவோ'',''நூற்பாளனாகவோ'', வேறேதேனும் பணியாளனாகவோ இருக்கும் பூச்சிகளைப் போன்றவை. இவற்றைக் கொண்டு பல வேலைகளை மிகவும் கூர்ராகவும் நம்பகமாகவும் ஒழுங்கியக்கலாம். ஆனால் ஓர் இயந்திரம் தேர்ந்த ஊதுலை இயக்கியாகவும், ரயில்வண்டிப் போக்குவரத்து மேலாளனாகவும், கணக்கராகவும் வேலை செய்ய முற்படுமுன், இவ்வியந்திரம் பிற்பாடு மிகச் சிறப்பாய்ச் செய்யப்போகிற செயல்களின் வரிசைகளை வகுத்தளிப்பதற்காகப் பல ஊழியர்கள் பல நாட்களும் பல வாரங்களும் பாடுபட வேண்டியிருக்கிறது.

மின்னணு இயந்திரங்கள் அவற்றின் பிள்ளைப் பருவ நிலையிலிருந்து வெளிப்பட்டு நம் கண் முன்னே மிக வேகமாய் முதிர்ச்சி பெற்று வருகின்றன. அவற்றால் மிகப் பல காரியங்களையும் செய்ய முடிகிறது. ஆனால் அவற்றின் ஆற்றல்கள் வளர வளர, அவை மனிதர்களை மேலும் மேலும் அதிக அள

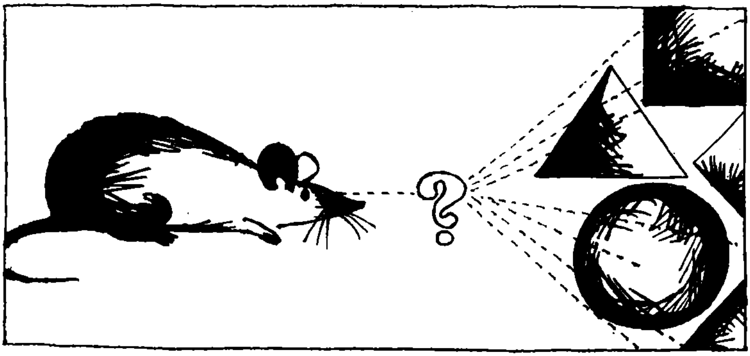
வுக்குச் சார்ந்திருக்க வேண்டியதாகிறது. மனித உழைப்புக்கும் இயந்திர உழைப்புக்கும் இடையிலான எந்தப் போட்டியிலும் மனித உழைப்புதான் எப்பொழுதும் தோல்வியுற வேண்டி யிருக்கிறது. இதற்கு நிவர்த்தி காணும் முதல் முயற்சியாய் இயந்திரங்களது செயற்பாட்டுக்குத் திட்டம் வகுத்திடும் பிற இயந்திரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டன. அதிக உழைப்பு தேவைப் படும் இவ்வேலை இவ்வாறு இயந்திரங்கள் மூலமாகவும் தானி யங்கி முறையிலும் நடந்தேற வழி செய்யப்பட்டது. ஆயினும் இயந்திரங்களுக்குச் சிறிதளவும் ஆக்கத் திறன் கிடையாது. நிலைமை காரணமாய்த் தானியங்கி அமைப்பு ஒன்றின் செயல் முறையில் மாற்றம் அவசியமாகும்போது (உதாரணமாய், தானியங்கி ரயில்வண்டிப் போக்குவரத்து மேலாளனுய்ச் செயல்படும் இயந்திரம் கோடைகால அட்டவணையிலிருந்து குளிர்கால அட்டவணைக்கு மாறிச் செல்வது அவசியமாகும் போது), செயல்திட்டமிடும் மின்னணு இயந்திரத்தால் ஒன் றும் செய்ய முடியாது; மனித ஊழியர்தான் தலையிட்டு இக்காரியத்தைச் செய்ய வேண்டியிருக்கிறது.

பொறியாளர்கள் இதைக் காட்டிலும் சிறப்பான ஓர் இயந்திரம் வேண்டுமென விரும்பினர். இது போன்ற ஓர் இயந்திரம் பருவ நிலைகளுக்கு ஏற்ப அவசிய மாற்றங்களைப் புகுத்திக் கொள்வது அடங்கலாய், தனது செயல்திட்டத்தை முற்றிலும் தானே வகுத்துக் கொள்ளவும் அதனை நிறை வேற்றவும் திறனுடையதாய் இருக்க வேண்டும். இது தனது செயல்திட்டத்தைப் பகுத்தாய்ந்து அதனைச் செம்மை செய்து கொள்ளக் கூடியதாய் இருந்தாக வேண்டும். ஆனல் இதற்குக் கற்றறியும் திறனுடைய இயந்திரம் தேவைப்படு கிறது.

முதுகெலும்புப் பிராணிகளை ஒத்த இயந்திரங்கள்

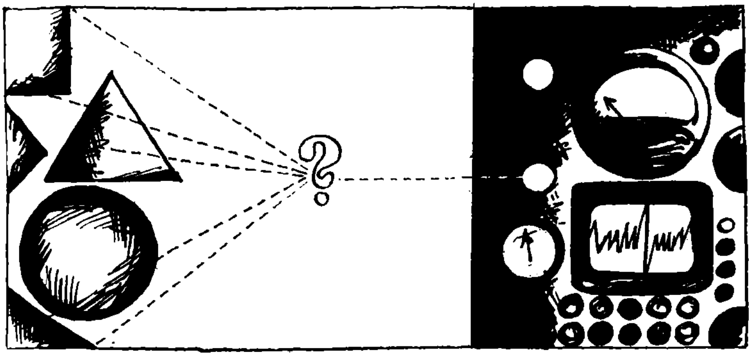
பெயர்பெற்ற பிரெஞ்சு நரம்பியலாளர் போள் கொசா சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு எழுதிய மனித மூளையிலிருந்து செயற்கை மூளை வரை என்னும் புத்தகத்தில் உயிருள்ள மூளையிலிருந்து எந்த இயந்திரத்தையும் வேறுபடுத்திக் காட்டும் அதன் உள்ளார்ந்த குறைபாடுகளாய்த் தாம் கருதியவற்றை எடுத்துரைத்தார். ''இயந்திரத்தால் கற்றறிந்து கொள்ளவும், அதன் செயல்களின் விளைவுகளை விமர்சனக் கண் கொண்டு பரிசீலித்து மதிப்பிட்டு, அவற்றைச் செம்மை செய்து கொள்ளவும் முடியாது; அதனுல் பொதுமைப்படுத்தவோ, புதியது எதையும் கண்டுபிடிக்கவோ முடியாது'' என்று அவர் எழுதினார்.

அவர் இதை எழுதியபின் ஓராண்டுக்கெல்லாம் ஹார்வர்டுப் பல்கலைக்கழகத்தில் ''ஐ. பி. எம்-704'' கணிப்பியந்திரத்தின் செயற்பாட்டைப் பலரும் கண்ணுற்றனர். கொடுக்கப்பட்ட ஒரு கணக்கிற்கு விடை காண்பதற்கு ஏற்ற ஒரேவொரு செயல்திட்டத்தை, அர்த்தமற்ற சில திட்டங்களும் அடங்கலாய் அதனுள் செலுத்தப்பட்ட பல்வேறுபட்ட செயல்திட்டங்களிலிருந்தும் இந்தக் கணிப்பியந்திரம் தேர்ந்தறிந்து பொறுக்கியெடுத்தது. அது குருட்டாம்போக்கில் செயல்திட்டங்களைத் தேர்ந்தாய்ந்து, தகுதி மிக்கத் திட்டத்தையே எப்பொழுதும் எடுத்து உபயோகித்துக் கொண்டது. அது மட்டுமல்ல; கணக்குக்குரிய நிலைமைகள் ஓரளவு மாற்றப்பட்டதும், அது திரும்பவும் எல்லாச் செயல்திட்டங்களைப் பரிசீலிப்பதற்குப் பதிலாய் முதற் செயல்திட்டத்தையே புதிய பணிக்கு ஏற்றபடி தகவமைத்துக் கொண்டது. இவ்வாறு



அது தனக்குக் கற்றறிந்து கொள்ளும் திறன் உண்டென்பதைக் கண்கூடாய் நிரூபித்துக் காட்டிற்று.

மற்றொரு சோதனையில் விஞ்ஞானக் கட்டுரைகளுக்குச் சுருக்கம் தயாரித்துக் கொடுப்பதற்குரிய செயல்திட்டம் இவ் வியந்திரத்துக்கு வகுத்தளிக்கப்பட்டது. கட்டுரையை அது ஒவ்வொரு சொல்லாகப் பரிசீலித்தது. பல்வேறு சொற்களும் எத்தனை முறை வருகிறது என்பதிலிருந்து அவற்றின் ஒப்பளவு முக்கியத்துவத்தை அது நிர்ணயம் செய்தது. பிறகு அது முழுமுழு வாக்கியங்களைப் பகுத்தாய்ந்து, அவற்றில் வரும் சொற்களின் முக்கியத்துவத்துக்கு ஏற்ப இச்சொற்களின் மதிப்பை நிர்ணயித்துக் கொண்டது. முடிவில் அது மிகவும் முக்கியமானவை என்பதாகவும் கட்டுரையின் சாரப்பொருளைச் சுருக்கமாய் எடுத்துரைக்கக் கூடியவை என்பதாகவும் மதித்த வாக்கியங்களை 'டைப்' அடித்தது. இவ்விதம் இந்த இயந்திரம் போள் கொசாவின் இரண்டாவது நிபந்தனையையும் நிறைவேற்றி, ஒரு வாசகத்தை விமர்சனக் கண் கொண்டு பகுத்தாய்ந்து மிகவும் முக்கியமான வாக்கியங்



களைத் தெரிந்தெடுக்கும் திறன் தனக்கு உண்டென்பதை நிரூபித்தது.

அதே ஆண்டில் (1958) மார்க்-1 என்னும் அமெரிக்க இயந்திரம் கற்றறியும் திறனை மேலும் அதிக அளவில் வெளிப்படுத்திக் காட்டிற்று. வட்டத்தையும் சதுரத்தையும் வேறுபடுத்தி இனங் கண்டு கொள்ள அதற்குக் ''கற்றுத்தரப் பட்டது''. அடிப்படையான இரு வடிவியல் உருவங்களைப் பிரித்து இவ்வாறு அதனால் அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள முடிந்தது. பருமன் அல்லது நிறம் எப்படி இருப்பினும், சதுரத்தை அது சதுரமாக இனங் கண்டு கொண்டது. மற்றொரு தடைமதிலும் தாண்டப் பெற்று விட்டதை இது குறித்தது. எப்படியெனில், குறிப்பிட்ட கறுப்பு அல்லது சிவப்பு, பெரிய அல்லது சிறிய சதுரங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு இந்த இயந்திரம் வடிவகணித உருவமான ''சதுரம்'' என்னும் கருத்தை வடித்தெடுத்துக் கொண்டுவிட்டது. இயந்திரங்கள் அவற்றின் படைப்பாளர்களையும்விட ''அறிவுடையவை'' ஆகிவிடும் காலம் வருமென்பதற்கான அறிகுறியாய்ச் சிலர்

இதனைக் கருதினர். ஆனால் இச்சோதனைக்கு நெடுங்காலத்துக்கு முன்பே, பாவ்லவ் நெறியாக்க மறிவினைகளை ஆராய்ந்த அவரது ''நிசப்த கோபுரத்தில்'', ஒரு நாய் குறிப்பிட்ட ஒரு இசைநாதத்தை எந்தச் சுருதியில் வாசித்துக் காட்டினாலும் அதனை அடையாளம் கண்டு கொள்ளத் தெரிந்து கொண்டு விட்டது. மற்றொரு நாய்க்கு வட்டத்தையும் நீள்வட்டத்தையும், பெருமளவுக்கு வட்டமாயுள்ள ஒன்றையுங்கூட இனங் கண்டுகொள்ளக் கற்றுத் தரப்பட்டது. எலிகளுக்கும் ''வடிவ கணிதம்'' கற்றுத் தர முடியுமென்று அமெரிக்க விஞ்ஞானி லேஷ்லி காட்டினார். வடிவகணித உருவங்கள் வரையப்பட்ட கதவுகளுடன் கூடிய பல பொந்துகளைக் கொண்ட தட்டியின் முன்னால் அவர் ஒரு எலியை வைத்தார். கதவுக்குப் பின்னால் உணவு இருப்பதைக் குறிக்க அவர் அக்கதவில் முக்கோணம் வரைந்தார். பிற உருவங்கள் வரையப்பட்ட கதவுகள் கண்ணிகளுக்கு இட்டுச் சென்றன. விரைவில் அந்த எலி வெவ்வேறு பருமன்களிலும் நிறங்களிலும் அமைந்த முக்கோணங்களைப் பிற உருவங்களிலிருந்து வேறுபடுத்தக் கற்றுக் கொண்டுவிட்டது. ''தலைகீழ்'' முக்கோணங்களிலிருந்து நேரானவற்றை வேறுபடுத்துவதற்கும் கற்றுக் கொண்டு விட்டது. ஆகவே பிராணிகளுடைய மூளைகளாலும் கருத்தியலான எண்ணங்களை ஓரளவு தோற்றுவித்துக் கொள்ள முடியுமெனத் தெரிகிறது. மனிதர்களைப் போலவே பிராணிகளும் ''புத்திகூர்மையை'' வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு வெளிப்படுத்துவது உண்மையே. மாஸ்கோவிலும் லெனின்கிராதிலும் பல ஆய்வுக்கூடங்களில் தற்போது பல்வேறு உயிரினங்களது உயர் நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டின் ஒப்பியல் ஆராய்ச்சி நடைபெற்று வருகிறது.

இந்த ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள் மிகவும் சுவையானவை.

பெருமூளையின் இரு அரைக்கோளங்கள் உருவாகி வளர்ந்ததுடனும், மூளையின் செவிப்புலன், கட்புலன் மையங்களும் பிற புலனறி மையங்களும் மேலும் மேலும் சிக்கலான அமைப்புகளாகியதுடனும் கூடவே, எளிய உணர்ச்சிகள் எதார்த்தத்தின் மேலும் சிக்கலான வெளியீடுகளாகவும், நிகழ்ச்சிகளின் ஸ்தூலமான புலனுணர்வுகளாகவும், பொருள்கள், நிகழ்ச்சிகள் குறித்த மேலும் பொதுப்பட அமைந்த கருத்துக்களாகவும், முடிவில் கருத்தியலான சிந்தனையாகவும் எப்படிப் படிப்படியாய்ப் பரிணாம வளர்ச்சி பெற்றன என்பதை இந்த ஆராய்ச்சிகள் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன.

புலனறிவின் வித்துக்கள் மிகவும் கீழ்நிலைப் பிராணிகளிடத்தும் இருக்கக் காண்கிறோம்.

''பிராணி'' என்னும் பெயருக்கே இலாயக்கில்லாத அமீபாக்களும் பிற நுண்ணிய ஒற்றையணு உயிர்களும் பல தூண்டல்களை உணரும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன. ஊறுணர்வுத் தூண்டல்களுக்கும் மின் அதிர்ச்சிகளுக்கும் அமிலங்களுக்கும் அவை விளைவினை புரிகின்றன. ''வந்தேறிய விளைவினைகள்'' என்பதாய் உடலியலாளர்கள் கூறுகிறார்களே அவற்றின் கருத்துகளுங்கூட, ''கற்றறிவதற்கான'' குறைந்தபட்ச ஆற்றலுங்கூட இந்த உயிரினங்களிடம் இருக்கின்றன. ஆயினும் சாராம்சத்தில் அவற்றுக்கு நரம்பு மண்டலம் இல்லை, புலன் உறுப்புக்களும் ''புத்திக்கூர்மையும்'' கிடையாதென்பதைக் கூறத் தேவையில்லை. தூண்டல்கள் அமீபா உடலின் மேற்பரப்பு பூராவும் செயல்படுகின்றன. உடலின் பல்வேறு பகுதிகளும் வெவ்வேறு வகைத் தூண்டல்களுக்கும் வெவ்வேறு விதமாய் விளைவினை புரிகின்றன.

பாரென்த்ஸ் கடலிலிருந்தும் கருங்கடலிலிருந்தும் எடுக்

கப்பட்ட அக்டினியல் எனும் கடற்பஞ்சு வெப்பநிலையையும் உவர் நிலையையும் உணர்வதில் வெவ்வேறு ஆற்றல்களை வெளிப்படுத்திற்று. இதில் வியப்பில்லை. பாரென்த்ஸ் கடலைவிட கருங்கடல் அதிக வெப்பமும் உவருமுடையது; அக்டினியலின் இரு வகைகளும் அவையவற்றின் சுற்றுச்சார்புகளுக்குத் தக வமைத்துக் கொண்டுவிட்டன. ஆனால் இவ்விரு வகைகளையும் அவற்றுக்குரிய கடலிலிருந்து மாற்றி மற்றொன்றில் விட்டதும், விரைவில் இவை தம்மைப் புதிய வாழ்க்கை நிலைமைகளுக்குத் தகவமைத்துக் கொண்டன.

நெறியாக்க மறிவினைகள்தான் ஒரு பிராணியின் ''ஆற்றல்களைக்'' காட்டும் அடிப்படை உறைகல்லாய்க் கருதப்படுகின்றன. நட்சத்திர மீன்களிலும் ஹைடிரா எனப்படும் ஒரு வகை நீர்வாழ் உயிர்களிலும் மறிவினைகளை உண்டாக்க முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. கடல் வாழ் உயிரான நட்சத்திர மீன் நீர்த் தொட்டியின் சுவரில் மெள்ள மேலே ஏறியபோது, நல்ல நீரை ஊற்றியதும் அது அவசரமாய்ப் பின்வாங்கிச் சென்றது. இது போல பல தடவை நடந்த பிறகு அது மேலே ஏற முயன்று பயனில்லை என்பதை ''உணர்ந்து கொண்டது'' தொட்டியின் அடியிலேயே அது தங்கிவிட்டது. நல்ல நீருக்கு அது ஒருவகை மறிவினையைத் தோற்றுவித்துக் கொண்டுவிட்டதா, என்ன? இல்லை. நாற்பது, ஐம்பது நிமிடங்கள் கழிந்ததும் திரும்பவும் அது சுவரின்மேல் ஏற முயன்றது. அதைத் தடுத்து நிறுத்த மறுபடியும் நல்ல நீரை அதன்மீது ஊற்ற வேண்டியதாயிற்று. நட்சத்திர மீன் அதன் கடந்த அனுபவத்திலிருந்து எதுவும் கற்றறிந்து கொள்ளவில்லை.

பரிணாம ஏணியில் சற்று மேலே செல்வோமாயின், நன்னீர் நண்டுகளிடம் மிகவும் பலங் குன்றியவையே என்றாலும் நெறியாக்க மறிவினைகளை உண்டாக்க முடிந்தது. தேனீக்

களும் ஓரளவு பயிற்சி பெறும் திறன் பெற்றுள்ளன. குறிப்பிட்ட மணத்தை நோக்கியோ நிறத் துணிகளிடமோ அவற்றைப் பறக்க வைக்க முடிகிறது. மாற்ற முடியாத கூடப் பிறந்த செயல்திட்டங்களைக் கொண்ட பிராணிகளுங்கூட குறைந்தபட்ச அனுபவத்தைப் பெறும் திறன் பெற்றிருக்கின்றன. சிலந்தியானது காற்றில்லாத அமைதியான நாளில் வலை கட்டிக்கொள்ளும் விதத்திலிருந்து மாறான ஒரு விதத்தில் காற்றுள்ள நாளில் கட்டிக் கொள்கிறது. மாறும் சுற்றுச் சார்புக்குத் தன்னைத் தகவமைத்துக் கொள்ள அது ஓரளவு முயற்சி செய்கிறது.

இத்தகைய தகவமைவுத் திறன் முதுகெலும்புப் பிராணிகளின் நடத்தையில் ஆக்கம் செலுத்தக் காண்கிறோம். பல்வேறு தூண்டல்களுக்கும் ஏற்ப அவை நெறியாக்க மறிவினைகளை எளிதில் வளர்த்துக் கொள்கின்றன. எனினும், உதாரணமாய் ஒரு மீனின் நெறியாக்க மறிவினைக் செயற்பாடு ஒரு குரங்கினுடையதுடன் ஒப்பிடக் கூடியதாயில்லை.

மணியோசை, ஒளி, ஏன் இசைநாதமும் கூட எளிய தூண்டல்களாகும். இவை போன்ற எளிய தூண்டல்களால் ஊக்குவிக்கப்படும் விளைவினைகளைக் கொண்டு ஒரு பிராணியின் மறிவினைகளுடைய தரம் மதிப்பிடப்பட்டுவிடவில்லை என்பதைக் குறிப்பிட வேண்டும். பிராணிகளுக்குக் குறிப்பிட்ட சில பொருள்களைக் காட்டுவதுடன் நின்றுவிடாது, வெவ்வேறு நிறத்திலோ, வெவ்வேறு வடிவத்திலோ அமைந்த ஒத்த பொருள்களை வேறுபடுத்தி அவை இனங் கண்டு கொள்ளும்படிச் செய்யப்படுகிறது. வெகுமதியாக உணவு கிடைக்கும் என்பதைக் குறிக்கும் பொருள்களை அவை அடையாளம் காணக் கற்றுக் கொண்டாக வேண்டும். இத்தகைய சோதனைகளைக் கொண்டுதான் ஆதாரச் சிந்தனைச் செயல்

களுக்குரிய கருக்கள் பரிசீலனை செய்யப்படுகின்றன. பிராணி கள் சூழ்நிலையைப் பகுத்தாய்ந்து அதன் முக்கிய இயல்புகளை நிர்ணயித்தாக வேண்டும். அதாவது அவை தமது கட்புலன், செவிப்புலன் உணர்ச்சிகளையும் பிற புலன் உணர்ச்சிகளையும் பொதுமைப்படுத்திக் கொண்டாக வேண்டும். இவை போன்ற சிக்கலான மூளைச் செயல் முறைகளில் ஒரு பிராணிக்குள்ள ஆற்றலைக் கண்டு வியப்படையக் கூடாது. அது தனது புலன் உணர்வுகளைப் பொதுமைப்படுத்தவும் பகுத்தாயவும் எந்த அளவுக்கு ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது என்பதையே பிரதானமாய்க் கவனிக்க வேண்டும்.

எல்லா வகையான மனச் செயல்களும்—அதாவது தொகுத்தறிதலும் [induction] பகுத்தறிதலும் [deduction], ஆகவே கருத்தறிதலும், பழக்கமில்லா புதிய பொருள்களைப் பகுத்தாய்தலும் தொகுத்தாய்தலும், கடைசி இரண்டின் சேர்க்கையான சோதனை செய்தலும்—மனிதனுக்கும் பிராணி களுக்கும் பொதுவானவையாகும்; இம்முறைகள் யாவும் மனி தனிடத்தும் உயர் பிராணிகளிடத்தும் சாராம்சத்தில் ஒரே தன்மையனவாகவே இருக்கின்றன; அளவில் மட்டும்தான் இவை வேறுபடுகின்றன என்று பிரெடெரிக் எங்கெல்ஸ் எழுதினார்.

மீன்கள், ஆமைகள், கோழிகள் ஆகியவையுங்கூட பகுத் தாய்தல், தொகுத்தாய்தல் (கருத்தையும் பொது மெய் மையையும் உய்த்துணர்தல்) இவற்றின் எளிய முறைகளைச் செய்யும் ஆற்றலுடையவை என்பதைச் சோதனைகள் தெளிவு படுத்துகின்றன. எலிகள் இத்துறையில் இதே போன்ற நிலையில் உள்ளன; தொகுத்தாராய்வதற்கான ஆற்றல் நாய் களைவிடக் கீழ்நிலைக் குரங்குகளிடம் மேலும் கூடுதலாய் இருக் கிறது; மனிதக் குரங்குகளிடம் இது மிக அதிக அளவில் இருக்

கிறது. குரங்குகளிடம் இருக்கும் சிந்தனை ஆற்றலின் அடிப்படைக் கூறுகள் மனிதனுடைய மெய்யான அறிவையும் மனமறிந்த செயற்பாட்டையும் வந்தடைவதற்கான வளர்ச்சியில் ஓர் இடைக் கட்டத்தைக் குறிக்கின்றன.

இயந்திரங்களைக் ''கற்றறிந்து கொள்ளச்'' செய்ய முடியுமா என்ற கேள்விக்கு விடை கூறும் முன்பு ஆராய்ச்சியாளர்கள் பிராணிகளால் கற்றறிந்து கொள்ள முடியுமா என்று தீர்மானம் செய்ய வேண்டியிருந்தது. இதைத் தீர்மானம் செய்ய முயலுகையில் அவர்கள் மற்றொரு கேள்விக்கும், அதாவது பிராணிகள் சிந்திக்கின்றனவா என்ற கேள்விக்கும் பெருமளவில் விடை கூறிவிட்டனர். பிராணிகளின் ''அறிவுடைமை'' என்னும்போது, மெய்யான சிந்தனைத் திறனைக் குறிக்கவில்லை, ஓரளவு சிக்கலான நெறியாக்க மறிவினைகளது தொகுப்பையே குறிக்கிறோம் என்பதை இப்பொழுது நாம் அறிவோம்.

ஒளித் தூண்டல் நாயின் மூளையில் ''செரிமான மையத்தைச்'' செயல்படச் செய்வது போன்ற மிக எளிய வகைப்பட்ட மறிவினையைப் பற்றியே இதுவரை நாம் பேசி வந்துள்ளோம். ஆனால் வாழ்க்கை இவ்வாறன்றி பன்மடங்கு சிக்கலானதாகும்.

எலும்புத் துண்டை ஒருவர் சன்னல் வழியே வெளியே எறிகிறார். உடனே நாய் அறையிலிருந்து வெளியே ஓடி படிக்கட்டில் தாவி இறங்கி வீட்டைச் சுற்றிக் கொண்டு கொல்லைப்புறத்துக்குப் போய்விடுகிறது. கொல்லைப்புறத்திலிருந்து எலும்புத் துண்டை எடுத்து வர இதன்முன் அதற்குக் கற்றுத் தரப்படவில்லை என்றபோதிலும், அது இவ்வேலைகள் யாவற்றையும் செய்கிறது. எலும்புத் துண்டு கொல்லையில் விட்டெறியப்படுவதைப் பார்த்த நாய், அதை எப்படி எடுத்து வரு

வதென்று ''ஒரு திட்டம் வகுத்திட'' வேண்டியிருக்கிறது. மிகப் பல மறிவினைகளாலான ஒரு நீண்ட சங்கிலி இதனால் செயல் படத் தொடங்குகிறது. அறையிலிருந்து கதவு வழியே வெளியே சென்றாக வேண்டும். அந்த நாய் அடிக்கடி செய்துள்ள ஒரு செயலுடன் இக்கதவு சம்பந்தப்பட்டிருக்கிறது. உடனே கதவைத் தள்ளித் திறந்து கொண்டு அது வெளியே படிக் கட்டை வந்தடைகிறது. படிக்கட்டைக் கண்டதும் கீழே செல் வதற்குரிய வழி தெரிகிறது. கொல்லைப்புறத்துக்கு வந்ததும் எலும்புத் துண்டின் வாசனை அதற்கு வழிகாட்டுகிறது. இவ் வாறு அது தனது இலக்கை வந்தடைகிறது. இத்தருணத்தில் மிகவும் சக்தி வாய்ந்ததாய் விளங்கும் ஒரு தூண்டல், நமது உதாரணத்தில் கொல்லைப்புறத்துள் எலும்புத் துண்டு எறியப் பட்ட காட்சி, இவ்விதம் நீண்டதொரு மறிவினைச் சங்கிலித் தொடரைச் செயல்பட வைக்கிறது. கொல்லைப்புறம் இந்த நாய்க்குத் தெரிந்த இடமாகும். கீழே விழும் எலும்புத் துண்டின் காட்சி இதன் மூளையில் அந்தக் கொல்லைப்புறத்தின் ''பிம்பத்தைத்'' தெரியச் செய்கிறது. இதனால் சிக்கலான செய்கைக் கோவை துவக்கி வைக்கப்படுகிறது.

ஒன்றுக்கொன்று இணைவு கொண்ட மறிவினைகளது இதை விட சிக்கலான தொகுப்புகள் பாவ்லவ் கழகத்தில் பல்வேறு பிராணிகளிடத்தும் வளர்த்து உருவாக்கப்பட்டன. ரோஸா, ரபயேல் இவ்விரு மனிதக் குரங்குகளும் தின்பண்டத்தைப் பெறுவதற்காகப் பெட்டிகளை வைத்து அடுக்கிக் கோபுரம் கட்டின; குளத்தில் மிதக்கும் தெப்பத்தைத் துடுப்பிட்டுத் தள்ளிச் சென்றன; அல்லது திறவுகோலைக் கொண்டு கதவைத் திறந்தன. ''புத்திகூர்மையைக்'' காட்டும் பிராணிகளின் இத் தகைய செய்கைகள், ''சிந்தனை செய்யும்'' இயந்திரங்களுடைய ஆற்றல்களைப் போல அற்புதமானவையாகவே தோன்று

கின்றன. ஆனால் ஏன் அவை அற்புதமானவையாகத் தோன்ற வேண்டும்? தகவமைவு விளைவினைகளை அவசியமாக்கும் புதிய நிலைமைகளை வாழ்க்கையானது அன்றாடம் பிராணிகளின் முன்னே எழுப்பிய வண்ணமுள்ளது. அபாயமோ வலியோ உண்டாக்கும் நிலைமைகளைப் பிராணிகள் தவிர்த்துக் கொண்டாக வேண்டும்; உணவு அளிக்கக்கூடியவற்றைப் பயன்படுத்திக் கொண்டாக வேண்டும். புதிய சுற்றுச்சார்பில் பிராணிகள் தம்முன்னுள்ள நிலைமைகளை விரைவில் புரிந்து கொண்டு புதிய செய்கைக் கோவைகளை வகுத்து மாறும் நிலைமைகளுக்குத் தம்மை தகவமைத்துக் கொள்கின்றன. அதாவது, பிராணியின் மூளை இடையறாது புதிய செயல்திட்டங்களை வகுத்துக் கொள்கிறது.

உயர்நிலைப் பிராணிகள் இவ்வாறுதான் நடந்து கொள்கின்றன. கூடப்பிறந்த நெறியாக்கமுறா மறிவினைகளுடன் கூட, இவை விரிவான அளவில் தற்காலிகமான, நெறியாக்க மறிவினைகளையும் வளர்த்துக் கொள்ளும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கின்றன. சைபர்னெத்திய அமைப்புகளை வகுத்திடும் விஞ்ஞானிகள், நெறியாக்கமுறா மறிவினைகளாலான மாற்ற முடியாத கட்டமைப்புகளின்படி செயல்படும் ''பூச்சி'' இயந்திரங்களிலிருந்து, சூழ்நிலையை மதிப்பிட்டு அதற்கேற்ற செயல் திட்டத்தை வகுத்துக் கொள்ளும் திறன் படைத்த ''முதுகெலும்புப் பிராணி'' இயந்திரங்களை வந்தடைய முயன்றனர். ஒரே தாயின் இரு குட்டிகளில் ஒன்று காட்டிலும், மற்றொன்று வெற்று வெளியிலும் வளருமாயின், அவை எப்படி வெவ்வேறு நடத்தை முறைகளை உருவாக்கிக் கொள்ளுமோ, அதே போல இத்தகைய இயந்திரம் ஒவ்வொன்றும் தனக்கென தனி அனுபவத்தைப் பெறும் திறனுடையதாய் இருக்க வேண்டும்.

மூளைக்கு ஊக்க விளையாட்டு

''சுல்தான், இதைச் சாப்பிடு!''

ஒரு மூலையில் அமைதியாய் உட்கார்ந்திருக்கும் குரங்கு தாவி எழுந்து கூண்டின் கம்பியைப் பிடித்துக் கொண்டு, தனக்குத் தரப்படும் தீனியைப் பெற்றுக் கொள்ளத் தயாராய், முன்னும் பின்னுமாய் ஆடியபடி காத்திருக்கிறது.

கூண்டுக்கு வெளியே ஒரு மேஜையின்மேல் பணியாளர் ஓர் ஆரஞ்சுப் பழத்தை வைக்கிறார். குரங்கு கூண்டின் கம்பிகளிலே தாவி வெளியே கையை நீட்டுகிறது. ஆனால் ஆரஞ்சு எட்டாத தொலைவில் இருக்கிறது. மேஜையின்மேல் வரிசையாய் இருக்கும் நூல்களின் நுனிகள் வரையில்தான் அது கையை நீட்ட முடிகிறது. இந்த நூல்களில் ஒன்று ஆரஞ்சுடன் கட்டப்பட்டிருக்கிறது. கண நேரத்துக்குத் திகைப்படைந்து அந்தக் குரங்கு விலகி வந்து பரிதாபமாய் அந்தப் பழத்தைத் திரும்பிப் பார்க்கிறது. கண் முன்னுள்ள ஆரஞ்சைக் கைப் பற்றாமல் விலகுவதற்கு அதற்கு வேதனையாக இருக்கிறது. கூடாது, திரும்பவும் மேஜையை நோக்கிக் கையை நீட்டுகிறது. கையால் மேஜையைத் தடவி அந்த நூல்களைப் பற்றிக் கொள்கிறது. முடிவில் எல்லா நூல்களையும் கைக்குள் ஒன்றாய்த் திரட்டி இழுத்து ஆரஞ்சை எடுத்துக் கொண்டு வெற்றிக் களிப்புடன் விலகி வருகிறது. ஆனால் ஆராய்ச்சியாளருக்கு இது திருப்தி அளிப்பதாயில்லை.

''மிதமிஞ்சிய அசைவுகள் செலவாகியுள்ளன, அளவுக்கு மீறி நேரம் வீணாக்கப்பட்டிருக்கிறது'' என்று கடிகாரத்தைப் பார்த்தபடி அந்தப் பெண் கூறுகிறார். ''திரும்பவும் ஒரு முறை செய்து பார்ப்போம்.''

இம்முறை சுல்தான் ஒவ்வொரு நூலாக இழுத்துப்

பார்த்து, கடைசியில் பழத்துடன் கட்டப்பட்ட நூலைப் பிடித்திழுத்துப் பரிசைப் பெறுகிறது.

திரும்பவும் கடிகாரத்தைப் பார்த்துவிட்டு ஆராய்ச்சியாளர் ''இது தேவலை'' என்கிறார்.

பேராசிரியர் சமுயீல் பிரைனசின் சைபர்னெத்திய ஆய்வுக் கூடத்தில் நான் இக்காட்சியைக் கண்ணுற்றேன். ஆனால் பிராணிகளுக்குப் பயிற்சி அளிப்பதில் சைபர்னெத்தியர்கள் ஏன் தமது நேரத்தை வீணாக்குகிறார்கள் என்று நீங்கள் கேட்கலாம்.

பிராணிகளுடைய நடத்தை ஒன்றுக்கொன்று இணைப்பு கொண்ட மறிவினைகளின் கட்டமைப்பாகும் என்பது நமக்குத் தெரியும். பிராணிகளின் நடத்தையை ஆராயும் விஞ்ஞானிகள் நிறைய கிளைகள் விட்டு நீண்டு செல்லும் மறிவினைச் சங்கிலிகளை எளிய கூறுகளாய்ப் பகுப்பதுடன் தமது ஆராய்ச்சிகளை இதுகாறும் கட்டுப்படுத்திக் கொண்டனர். ''புத்திக்கூர்மை'' உள்ள பிராணிகளைக் கொண்டு நடத்தப்படும் சோதனைகளை முதன்முதலாய்ச் சைபர்னெத்தியரின் கண் கொண்டு பார்வையிட்டவர்கள் பேராசிரியர் பிரைனசும் அவர் கூட்டாளிகளும்தான்.

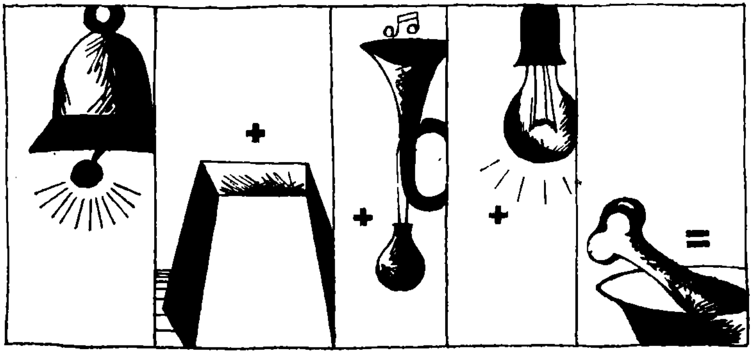
நாய் அல்லது குரங்கின் மூளையில் மறிவினைச் சங்கிலி நிறுவப்படுவதற்குரிய விதிகளை அனுமானிக்க முடியாதா என்று அவர்கள் ஆலோசித்தனர். உயிரினங்கள் எப்படித் தமது ''செயல் முறைத் திட்டங்களை'' உருவாக்கிக் கொள்கின்றன என்பதைப் புரிந்து கொள்ள இது திறவுகோலை அளித்திடுமே என்று நினைத்தனர்.

முதலில் பணி எளிதாகவே இருந்தது. உயிருள்ள மூளை தன்னிடம் ஏற்கனவே இருக்கும் செயல்திட்டத்தைச் செம்மை செய்யும் வழிமுறையைக் கண்டறிவதுதான் இப்பணி.

இக்கட்டான இடத்திலுள்ள ஒரு மேஜையில் இருக்கும் பழத்தை எடுக்கும் பிரச்சினையை முதன்முதலாய் எதிர்நோக்கும் குரங்கின் செயல்களில் ஒரு பாதி குரங்கின் குறிக்கோளை அடைவதற்கு உதவாத வீண் செயல்களாகவே இருக்கின்றன. எச்செயல் பயனுள்ளது, எது வீணானது என்பது இன்னும் அதற்குத் தெரியவில்லை.

இந்தச் சோதனைகள் பற்றிய விவரக் குறிப்புகளில் குரங்கின் சேஷ்டைகளும் தவிப்புகளும் தக்க குறிகளால் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. உயிருள்ள மூளை அதன் முன்னுள்ள பிரச்சினையை எப்படி அணுகுகிறது என்பதை இக்குறிப்புகள் எடுத்துரைக்கின்றன. முயற்சி செய்து குறை நீக்கித் தேர்வு செய்யும் அடிப்படையில் பல்வேறு செயல்களும் ஒவ்வொன்றாய் விட்டொழிக்கப்படுகின்றன. ஒரு செயல் கைவிடப்படுவதால் பழத்தை அடையத் தடை ஏற்பட்டுவிடவில்லை என்றதும், அந்தத் தேவையற்ற கரணை செயற்கோவையிலிருந்து கழிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இலக்கை அடைவதற்கு அவசியமான செயல் ஒரு முயற்சியில் விடப்பெற்றுவிடுமாயின், உடனே அது திரும்பவும் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகிறது. பயனற்ற செயல்கள் விட்டொழிக்கப்படும் வரை புதிய மறிவினைச் சங்கிலியின் எல்லாக் கரணைகளும் சோதித்துப் பார்க்கப்படுகின்றன. முதல் முயற்சியின் போது சுல்தான் ஆரஞ்சை எடுப்பதற்கு 80 விநாடி ஆயிற்று. முடிவில் அது நேரத்தை இரண்டு விநாடியாகக் குறுக்கிக் கொண்டுவிட்டது.

குறிப்பிடத்தக்க நினைவாற்றல் கொண்ட குரங்குகளையும் நாய்களையும் போன்ற வளர்ச்சி பெற்ற பிராணிகளால் மட்டும்தான் இப்படித் தமது செயல்முறைகளை மேம்படுத்திக் கொள்ள முடிகிறது. இந்த சூட்சுமம் எலியின் மூளையில்



சொற்ப அளவே வளர்ச்சி பெற்றிருக்கிறது, புறுவின் மூளை யில் இது இல்லவே இல்லை.

புற நிலைமைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமாயுள்ள செயல் திட்டக் கூறுகளைத் தேர்ந்தெடுத்துக் கொள்ள இந்த ஆரம்ப உடலியல் சூட்சுமம்தான் மூளைக்குத் துணை புரிகிறது. இதன் விளைவாய்க் குறிக்கோளில்லா குருட்டாம்போக்கான ஏராள மான செயல்கள் விட்டொழிக்கப்பட்டு, குறிக்கோளை அடைய உதவும் சில செயல்கள் மட்டும் ஏற்கப்படுகின்றன; இவை ''புத்திக்கூர்மையுள்ள'' நடத்தையாய் உருவா கின்றன.

நடப்பிலுள்ள செயல்திட்டம் இவ்வழியில்தான் செம்மை செய்யப்படுகிறது. ஆனால் முதன்முதலாக இது எப்படி உருவாகிறது? மறைபொருளாயுள்ள இந்த சூட்சுமத்தை உடலியலாளர்கள் கண்டுபிடிக்க முற்பட்டனர். ஆராய்ச்சி யாளர் ''சுற்றுச்சார்பாகப்'' பங்காற்றி, செயற்கை நடத்தை முறையை வகுத்தமைத்தார். திட்டமுறையில் அது

இவ்வாறு பதிவு செய்து கொள்ளப்பட்டது: ''மணியோசை—பலகைமீது தாவு — உஸ்ஸிடும் ஒலி — மிதிகட்டையை அழுத்து—உணவு''. புறத் தூண்டல்களுக்கு எப்படி விளை வினை புரிந்தால் வயிருர உண்ண உணவு கிடைக்கும் என்பது சோதனை நாய்க்குத் தெரியாது. என்ன செய்தால் உணவு கிடைக்கும் என்று பிராணி ஊகித்தாக வேண்டும்.

''அறையினுள் ஆடப்படும் ஊக விளையாட்டைப் போன்றது இது'' என்று பேராசிரியர் பிரைனஸ் விளக்கிக் கூறினர். ''ஒருவர் அறையை விட்டு வெளியே போகிருர். ஏனையோர் அவர் ஊகிக்க வேண்டிய செயல்களின் திட்டத்தை வகுத்து வைத்துக் கொள்கிருர்கள். உதாரணமாய், அவர் சன்னலிடம் சென்று அதை மூடிவிட்டு சன்னல் மேடையிலிருந்து ஒரு மலர்த் தொட்டியை எடுத்து மேஜைமீது வைக்க வேண்டுமென்று திட்டம் வகுத்திடுகிருர்கள். அவர் அறைக்குத் திரும்பி வந்து குருட்டாம்போக்கில் மேஜையிடமிருந்து உடுப்பு அலமாரியிடமும் அங்கிருந்து கதவுக்கும் செல்ல முற்படுகிருர். சரியான திசையில் அவர் நகரத் தொடங்கியதும் 'சரி, சரி!' என்று கூச்சலிட்டு ஏனையோர் அவருக்கு உணர்த்துகின்றனர். இவ்வாறு அவர் தான் செய்ய வேண்டிய செயல்களின் திட்ட அமைப்பைப் படிப்படியாய் ஊகித்தறிகிருர். இதே முறையில்தான் நமது சோதனைப் பிராணிகளும் அவற்றுக்கு நாம் வகுத்து வைத்திருக்கும் நடத்தைத் திட்டங்களை 'ஊகிக்கின்றன'.''

மேற்கூறிய திட்டத்தின்படி மணி அடித்ததும் நாய் பலகையின்மீது தாவி பிறகு உஸ்ஸிடும் ஒலி கேட்டதும் மிதிகட்டையை அழுத்திஞல்தான் அதற்கு உணவு அளிக்கப்படுகிறது. குருட்டாம்போக்கில் பல செயல்களையும் செய்து முடிவில் தற்செயலாய் அது சரியான செயலை வந்தடைந்து பலகை

யின்மீது தாவுகிறது. இதற்குப் பரிசாக உணவு கிடைத்ததும் அது இச்செயலை நினைவில் வைத்துக் கொள்கிறது. பிறகு அது உணவருந்த விரும்பும்போது நேரடியாகப் பலகைமீது தாவுகிறது. உணவுப் பரிசு எப்பொழுதாவது கொடுக்கப் படாவிட்டால், பரிசுடன்கூட நிகழும் பிற நிகழ்ச்சிகளை நாய் கவனிக்க முற்படுகிறது. இவ்வாறு அது மணியோசை கேட் கையில்தான் உணவு கிடைக்கிறது என்பதைக் கண்டுபிடிக் கிறது. ஆகவே மணி அடித்ததும் பலகைமீது தாவுகிறது.

திரும்பவும் பரிசு இல்லாமற்போகிறது. நாய் மறுபடியும் எது சரியான செயல் என்று காண விரும்புவதுபோல குருட் டாம்போக்கில் வரிசையாகப் பல செயல்களையும் செய்து பார்க்கிறது. அது மிதிகட்டையை அழுத்த நேர்ந்ததும் பரி சாக உணவு கிடைக்கிறது. இது அதன் மனதில் பதிந்ததும், உஸ்ஸிடும் ஒலியுடன்கூடத்தான் பரிசு வரத் தொடங்குகிறது. ஆராய்ச்சியாளர் திட்டமிட்டு வைத்துள்ள செயல் தொடரைச் செய்து முடிக்க இவ்வாறு நாய் படிப்படியாய்க் கற்றுக் கொள்கிறது. சுற்றுச்சார்பை ஆட்சி புரியும்விதிகளைத்தெரிந்து கொண்டு உணவைப் பெற அவற்றை எப்படி பயன்படுத்திக் கொள்ள வேண்டுமென்று அது கற்றுக் கொண்டுவிட்டது என்று சொல்லலாம். வேறு விதமாய்க் கூறினுல், உயிருள்ள மூளையானது சுற்றுச்சார்பின் புதிய நிலைமைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமான செயல்திட்டத்தை வகுத்துக் கொண்டு விட்டது.

இங்கு விவரிக்கப்பட்டதை யொத்த பல சங்கிலி களாலான சிக்கல் மிக்க மறிவினைத் தொடரமைப்புகளை மெய் யான வாழ்க்கையில் பிராணிகள் வளர்த்து உருவாக்கிக் கொள்கின்றன. இத்தனையையும் மூளை எப்படிச் செய்ய முடி கிறது?

திரும்பவும் ஆய்வுக்கூடத்தில் வெவ்வேறு சுருதிகளில் மணிகள் அடித்தன, தாளப் பொறிகள் ஒலித்தன, வண்ண விளக்குகள் கண்சிமிட்டிப் பளிச்சிட்டன. மூளையின் காரண காரியத் தொடர்புள்ள செயல்முறையின் மர்மத்தைக் கண்டறிந்து கொள்ளும் பொருட்டு சாதுர்யமான பல கண்ணிகளிடையிலும் மூளை வழி காணும்படிச் செய்யப்பட்டது. பிராணிகளுக்கு வாழ்க்கை மேலும் மேலும் சிக்கலாக்கப்பட்டது. உதாரணமாய், சோதனையின்போது நீல விளக்கு ஒன்று எரியத் தொடங்கும். அப்பொழுது எவ்வளவுதான் பலகை மீது தாவினாலும், அல்லது எவ்வளவுதான் மிதிகட்டையை அழுத்தினாலும் உணவு கிடைக்காது. நீல விளக்கு எரியாத போது மட்டுமே பிராணியின் செயல்களுக்குப் பரிசு கிடைக்கும். இரண்டு மூன்று தரம் முயற்சி செய்து பார்த்தபின் நாய் இந்தப் புதிய தூண்டலுக்கும் முந்திய நெறியாக்கக் குறியறிவிப்புகளுக்கும் இடையிலுள்ள தொடர்பைக் கண்டுபிடித்து, நீல விளக்கு எரியாத நேரத்தில் மட்டும் வினைவினை புரியத் தொடங்கிற்று. நெறியாக்க மறிவினைகளின் சங்கிலி முழுவதுக்கும் நீல விளக்கொளி தடையுறுத்தியாய்ச் செயல்பட்டது. எனவேதான் இவ்வகையான எதிர்மறைத் தூண்டல் நெறியாக்கத் தடையுறுத்தி என்பதாய் அழைக்கப்படுகிறது.

குறிப்பிட்ட ஒரு செயலைத் தொடர்ந்து நெறியாக்கத் தடையுறுத்திகள் நீக்கப்படுமாயின், பிராணி இச்செயலைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்ய முற்படுகிறது என்பது கவனிக்கப்பட்டது. தடையுறுத்தி நீக்கப்பட்டதற்கு இச்செயலே காரணம் என்பதாய்ப் பிராணியின் மூளை கருதியதால் அது இதற்கேற்ப செயல்பட்டது. மறிவினைச் சங்கிலியை மேலும் சிக்கலாக்குவதற்கு இந்த உண்மை பயன்படுத்திக் கொள்ளப்

பட்டது. அடிப்படையான ''உணவு'' மறிவினைச் சங்கிலியுடன் கூட ஒரு ''பக்கவாட்டுச்'' சங்கிலி சேர்க்கப்பட்டது. இந்தக் கிளைச் சங்கிலியும் இரண்டு, மூன்று கரணைகளைக் கொண்டதாகும். நெறியாக்கத் தடையுறுத்தியான நீல வெளிச்சத்தை நீக்குவதற்காக இந்தப் பக்கவாட்டு மறிவினைச் சங்கிலி செயலில் ஈடுபடுத்தப்பட்டது. இவ்வாறு கிளைத்துச் செல்லும் மறிவினைகளது தொடரமைப்பு மூளையில் உருவாக்கப் பட்டது.

மூளை மிக வேகமாய்ப் புதிய மறிவினைச் சங்கிலிகளை அமைத்துக் கொண்டுவிடுவதைச் சோதனைகள் காட்டுகின்றன. இவை விரைவாய் வளர்ச்சியுற்று மேலும் மேலும் பெருகிச் செல்கின்றன. புதிய இணைப்பைப் தோற்றுவிக்க, ஏன் ஒரு முழுத் தொடரையே தோற்றுவிப்பதற்குக்கூட இனி ஒவ்வொரு நிலையிலும் உறுதியூட்ட வேண்டியது தேவையற்றதாகிவிடுகிறது. கரணைகள் சேர்க்கப்படுகையில் அவை ஒன்றோடொன்று பின்னிப் பிணைந்து கொண்டுவிடுகின்றன. உணவைக் கொண்டு எல்லாக் கரணைகளுக்கும் பொதுவாய் இறுதி நிலையில் உறுதியூட்டினால் போதுமானதாகிவிடுகிறது. மறிவினைகளாலான ''எதிர்வினைச் சங்கிலி'' புதிய மறிவினைகளும் புதிய செயல்திட்டங்களும் உருவாவதைத் துரிதப்படுத்துகிறது.

நரம்பு மண்டலத்துக்குள்ள இந்த ஆற்றலைப் பயன்படுத்தி மறிவினைகளை முடிவின்றி மேலும் மேலும் சிக்கலாக்கிச் செல்ல முடிகிறது. பக்கவாட்டு மறிவினைச் சங்கிலிப் பிரிவுக்கு நெறியாக்கத் தடையுறுத்தி ஒன்று தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. இதை உறுதியூட்டலாகக் கொண்டு, இந்தப் பக்கவாட்டுச் சங்கிலிக்கு மற்றொரு கிளையை அமைக்க முடிகிறது. இது போல முடிவின்றிச் செல்ல முடிகிறது. பிராணிகளி

லிருந்து மனிதர்களுக்கு இச்சோதனைகளை விரிவாக்கிய போது, இது மிகவும் தெளிவான முறையில் நிரூபித்துக் காட்டப்பெற்றது.

உசுப்பிகளும் மேற்பார்வை அமைப்புகளும்

இளம் உடலியலாளரான அனத்தோலிய் நப்பால்கவ் மாஸ்கோ பல்கலைக்கழகத்தில் நடைபெற்ற ஒரு புதிய சோதனைத் தொடரின் மூலவராவார். ஆம்ஸ்டர்டாமில் நடைபெற்ற சர்வதேச சைபர்னெத்தியக் காங்கிரசில் கலந்து கொண்டு விட்டுஅவர் திரும்பி வந்திருந்தார். அப்பொழுது நான் அவரை முதன்முதலாய்ப் பேட்டி காணச் சென்றேன். பல நாடுகளையும் சேர்ந்த விஞ்ஞானிகளையும் சந்தித்துப் பேசிய பேச்சுக்கள், அவர்களுடன் நடத்திய விவாதங்கள், வாக்குவாதங்கள் இவற்றின் நினைவுகள் அவர் உள்ளத்தில் நிரம்பி அலைமோதிக் கொண்டிருந்தன.

''சுவையான பல ஆராய்ச்சிகள் குறித்து உரைகள் அளிக்கப்பட்டன'' என்று நப்பால்கவ் கூறினார். ''சைபர்னெத்தியம் மேலும் மேலும் ஆழமாய் உடலியலினுள் ஊடுருவி வருகிறது.

''உயிரமைப்புகளை ஆராய்ந்து கொண்டிருப்போர் சைபர்னெத்தியத்தால் கவர்ந்திழுக்கப்படக் காரணம் என்ன? உயிருள்ள மூளையின் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்குச் சைபர்னெத்தியம் இன்றியமையாததாய் இருப்பது ஏன்? சைபர்னெத்தியம் என்னும் சொல் புனையப்படுவதற்கு நெடுங்காலம் முன்பிருந்தே விஞ்ஞானிகள் மனிதனுடைய அறிவார்ந்த செயல்களின் இரகசியத்தையும் பிராணிகளுடைய குறிக்கோள் வழிப்பட்ட செயல்களின் இரகசியத்தையும் ஆய்ந்தறிந்து வரவில்லையா?''

உளவுடலியல் கருத்துப்போக்கு ஒன்றின் மூலவரான எட்வர்டு தார்ன்டைக் தொடக்க நிலையில் பிராணிகளின் செயல்கள் தாறுமாருகவும், குருட்டாம்போக்கானவையாகவும், பெருவாரியான இயக்குச் செயல்கள் குறிக்கோள் வழிப்படாதவையாகவும் இருப்பதைக் கண்டார். வேண்டாதவை படிப்படியாய் விட்டொழிக்கப்பட்டு அவசியச் செயல்கள் மட்டுமே இறுதியில் எஞ்சி நிற்கின்றன. இவ்வாறு பிராணிகள் சோதித்துப் பார்த்துப் பிழை நீக்குவதன் மூலம் முற்றிலும் குறிக்கோள் வழிப்பட்ட நடத்தையை வளர்த்து உருவாக்கிக் கொள்கின்றன.

பிற ஆராய்ச்சியறிஞர்கள் எல்லாப் பிராணிகளும் இது போல நியமமின்றி நடந்து கொள்வதில்லை என்று கூறுகிருர்கள். உதாரணமாய், மனிதக் குரங்கு உயரத்திலுள்ள இனிய பண்டத்தைக் கைப்பற்றுவதற்காக ஒரு கோலை எடுத்துக் கொள்ளத் தயங்குவதில்லை. தனது குறிக்கோளை அடைவதற்கு ஏற்ற முறையில் அது இந்தக் கோலைப் பயன்படுத்துகிறது. இந்தக் குறிக்கோளை அடைய முடியவில்லை என்ருல், அது அர்த்தமின்றி அங்குமிங்கும் அலைவதில்லை. பெட்டிகளையும் பிறவற்றையும் வைத்தடுக்கியோ, வேறொரு வழியை வகுத்தோ உணவை அடைய முயற்சிக்கிறது. சரியான நடத்தை முறை எப்படி உருவாகிறது என்பதைச் சில நேரங்களில் கண்ணுற முடிகிறது. ஒரு முயற்சி தோல்வியுற்றதும், மேற்கொண்டு என்ன செய்யலாம் என்று ஆலோசிக்க முயலுவது போல குரங்கு சற்று நேரம் உட்கார்ந்திருக்கிறது. இந்தக் கருத்துப் போக்கின்படி, தேவையான நடத்தை முறையின் பிம்பம் பிராணியின் மூளையில் உருவாவதாகவும், அதற்கேற்ப அப்பிராணி செயல்படுவதாகவும் நினைக்க வேண்டியிருக்கிறது.

இரு கருத்துப்போக்குகளும் அவற்றின் வெவ்வேறு வழிகளில் சரியே என்ருலும், இரண்டும் இப்பிரச்சினையை அணுகும் முறை குறுகலாய் இருக்கிறது. பிராணிகள் சோதித்துப் பார்த்துப் பிழை நீக்குவதன் அடிப்படையிலும், மற்றும் புற உலகைப் பற்றிய தமது பிரத்தியேக மனப் பிம்பங்கள் அல்லது உள்ளத்தில் அமைந்த ஒப்புமைகளின் அடிப்படையிலும் செயல்படுகின்றன என்பதில் ஐயமில்லை. ஆனுல் மூளையின் செயற்பாட்டை இந்த இரு முறைகளில் ஒன்ருய்க் குறுகச் செய்துவிடக் கூடாது. மூளை இதனிலும் விரிவான பன்முகச் செயல் திறன் கொண்டது. பரிணும ஏணியில் ஓர் உயிரினம் எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு உயர்ந்த நிலை வகிக்கிறதோ, அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு அதன் மூளையின் செயல்முறைகளும் சிக்கலும் நுட்பநயமும் மிக்கதாகிவிடுகின்றன. மூளைச் செயற்பாட்டின் குறிப்பிட்ட பாணிகளை ஆராய்வதன் மூலமோ, தனிப்பட்ட நரம்பணுக்களை ஆராய்வதன்மூலமோ இச்செயல்முறைகளைக் கண்டறிந்துவிட முடியாது. பல நரம்பணுக்களைக் கொண்ட சிக்கலான தொகுதிகள் எப்படிச் செயல்படுகின்றன என்பதை உணர்த்தவல்ல ஓர் ஆராய்ச்சி முறை இங்கு நமக்குத் தேவைப்படுகிறது. இங்கு நாம் ஆராய்பவை சிந்தனைச் செயல்முறைகளேயன்றி உடலியல் செயல்முறைகளல்ல. அதாவது, உள்வரும் தகவல்களை மூளை எடுத்தாண்டு பதனம் செய்வதற்குரிய விதிகளை இங்கு நாம் ஆராய்ந்து அறிய வேண்டியிருக்கிறது. சைபர்னெத்தியம் இங்கு நமக்கு உற்ற துணையாகிவிடுகிறது.

இந்தக் கண்ணேட்டத்துடன் சைபர்னெத்திய அமைப்புகளைப் பகுத்தாய்கையில் மின்னணுக் கருவிகளில் மின்னேட்டம் செல்வதை நிர்ணயிக்கும் விதிகளில் நாம் கருத்து செலுத்த வேண்டியதில்லை. இதே போல, மூளையின் செயற்பாட்டினைப்

பகுத்தாய்கையில் நாம் நரம்பணுக்களின் மூலம் தூண்டல்களோ, தடையுறுத்தல்களோ பரவிச் செல்லும் முறைகளைப் போன்ற உடலியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைத் தற்காலிகமாய் ஒதுக்கி வைத்துவிடலாம். தகவலை மூளை பதனம் செய்வது பற்றிய விதிகளே இங்கு நமக்கு முதனிலை முக்கியத்துவம் வாய்ந்தவை. இந்த விதிகளுக்கு ஆல்கரீதம் என்று பெயர்.

மூளையானது வெவ்வேறு அளவு சிக்கல்தன்மை கொண்ட ஆல்கரீதங்களைப் பயன்படுத்திக்கொள்வதாய் நரம்பு சைபர்னெத்தியர்கள் கருதுகின்றனர். உயர் படிவச் செயல்திட்டம் ஒவ்வொன்றும் அதற்குக் கீழ்ப்படிவத்துக்குரிய செயல்திட்டங்களை வகுத்திடுகிறது. யாவற்றுக்கும் கீழுள்ள அடிப்படிவச் செயல்திட்டம் சாராம்சத்தில் பிராணிகளது மிக எளிய செயல்முறைகளால், மறிவினைகளை உருவாக்குவதற்கான விதிகளால் ஆனதாகும். இரண்டாம் படிவச் செயல்திட்டம் குறிக்கோள் வழிப்பட்ட புதிய செயல்முறைகளுக்கான விதிகளை வகுக்கிறது. மூன்றும் படிவச் செயல்திட்டம் சுயமாய்க் கற்றறிவது பற்றிய விதிகளான ஆல்கரீதங்களை உருவாக்கிறது. மனிதன் மட்டுமே இந்த மூன்றும் படிவச் செயல்திட்டத்தைப் பெற்றிருக்கிறுன். எனவேதான் மூளையானது ஒரு சைபர்னெத்திய அமைப்பாய்ச் செயல்படுவதைத் தீர்க்கமாய் ஆராய்வதற்குப் பிராணிகளை மட்டுமின்றி மனிதர்களையும் கொண்டு சோதனைகள் நடத்துவது அவசியமாகிறது.

உயிரமைப்புகள் பயன்படுத்தும் ஆல்கரீதங்களை ஆராய்வதில் சோவியத் விஞ்ஞானிகள் மிகுந்த கவனம் செலுத்தி வருகிறுர்கள். கற்றறிதல் எந்த விதிகளின்படி நடந்தேறுகிறது என்பதை அவர்கள் பகுத்தாய முற்பட்டனர். பொதுப்

பட அமைந்த கருத்துக்கள் எப்படி உருவாகின்றன, எந்த வொரு பிரச்சினைக்கும் எப்படி விடை காணப்படுகிறது என்பன போன்ற சிக்கல் வாய்ந்த செயல்முறைகளையும் இதே போல ஆராய முடியும்.

சாராம்சத்தில் ஆல்கரீதம் என்பது எளிமையான விதி களின் தொகுப்பே ஆகும். இத்துறையைப் பற்றி அதிகம் தெரியாதவர்கள் இவ்விதிகளின் எளிமையைக் கண்டு வியப் படைகிறார்கள். ''இந்த எளிய விதிகளின் துணை கொண்டு முதிர்ந்த அனுபவம் பெறுவதும் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காண்பதும் எப்படி முடியும்?'' என்று பலரும் கேட்கிறார்கள். இதில் வியக்கத்தக்கது ஒன்றுமில்லை. கணிதத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். கடினமான ஒரு கணக்கைப் போட்டு விடை காண்பவரின் சிந்தனையைக் கணிதத்தில் அதிகப் பழக்கமில் லாதவர்களால் புரிந்து கொள்ள முடிவதில்லை. கணக்குப் போடுகிறவர் எண்களின் வரிசைகளைக் கோத்துச் செல்கிறார்; அவற்றை அடைப்புகளிடையே வைக்கிறார்; கோடுகளிட்டுப் பிரிக்கிறார்; இலக்கங்களைக் கொண்டு பத்திகள் எழுப்புகிறார். ஆனால் வகுத்தல், பெருக்கல் முதலான செய்மானங்களின் விதிகளை அவர் படிப்படியாக விளக்கிக் கூறும்போது அந்தக் கணக்கு திகைப்பூட்டுவதாய் இருப்பதில்லை. இந்தக் கணித விதிகள்தான் அந்தக் கணக்குக்கு விடை காண்பதற்கான ஆல்கரீதமாகும்.

உடலியலாளர்களும் சாராம்சத்தில் இதே வழியைத்தான் கடைப்பிடிக்கின்றனர். பிரதான மாறுபாடு என்னவெனில், எண் கணித விதிகள் மனிதச் சிந்தனையின் படைப்புகளா கும்; ஆகவே அவற்றை அறிந்த ஒருவரால் எளிதில் அவற்றை விவரித்துக் கூற முடிகிறது. ஆனால் உயிருள்ள மூளையின் செயற்பாடு பற்றிய விதிகள் இயற்கையால் வகுக்கப்

பட்டவை. மனிதன் இவற்றை அறியான். இவ்விதிகளைப் புரிந்து கொள்வதே நம் முன்னுள்ள பணி.

மூளையின் செயற்பாடு பற்றிய ஆராய்ச்சியை எல்லா சைபர்னெத்தியர்களும் இவ்வழியில் அணுகுவதாய்ச் சொல்ல முடியாது. மக்கல்லஹ், பிட்ஸ், கிளீனி போன்ற பலரும் மூளையின் உள்ளமைப்பையும் நரம்பணுப் பரப்பியலின் கோட்பாடுகளையும் நரம்பணுக்களுக்கிடையிலான தொடர்புகளையும் ஆராய்வதே நம் முன்னுள்ள முதற்பெரும் பணியாகும் என்கிறார்கள். இவ்வகையான அறிவு மூளை எப்படிச் செயல்படுகிறதென்று புரிந்து கொள்ள நமக்கு உதவும் என்று இவர்கள் கூறுகின்றனர். மூளையை உடலியல் கண்ணோட்டத்திலிருந்து ஆராய்வது முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததே என்பதில் ஐயமில்லை. எனினும் மூளையின் செயற்பாட்டுக்குரிய ஆல்கரீதங்களை முதலில் கண்டறிந்து அவற்றைத் துல்லியமாய் வரையறுக்கப்பட்ட தனித்தனி விதிகளாக்கி, பிறகு அந்த ஆல்கரீதங்களுக்கு ஏற்பச் செயல்படும் நரம்புப் பாதைகளின் மாதிரியமைப்புகளை நிறுவுவது மேலும் கூடுதலான பயனளிப்பதாய் இருக்கலாம் என்று அனத்தோலிய் நப்பால்கவ் குறிப்பிடுகிறார்.

மின்னணு இயந்திரத்தில் நிறுவப்படும் செயற்கை நரம்புப் பாதைகள் கற்றறிந்து கொள்ள வழி செய்யத் தவறுமாயின், ஒன்று செயற்பாட்டு விதிகள் தவறு அல்லது நரம்புச் சுற்றமைவுகள் தவறு என்றுதான் அர்த்தம். இரண்டில் எதுவாயினும், நமது முந்திய முடிவுகள் சரிதானா என்று பார்ப்பதற்கு உயிரமைப்புகளைக் கொண்டு திரும்பவும் சோதனைகள் நடத்துவது அவசியமாகிவிடும். மனிதனிடமிருந்து இயந்திரத்துக்கும் திரும்பவும் மனிதனுக்கும் ஆராய்ச்சிகளை மாற்றிச் செல்வதன் வாயிலாய் உண்மையை மேலும் சீக்கிர

மாய் வந்தடைய முடியுமென்று விஞ்ஞானிகள் எதிர்பார்க்கின்றனர்.

உயிரமைப்புகள் கடைப்பிடிக்கும் சிக்கல் வாய்ந்த ஆல்கரீதங்களைப் புலப்படுத்துவதற்கான சோதனைகளை நடத்துவதற்குரிய ஆய்வுக்கூடமும் நெறியாக்க மறிவினைகளை ஆராயும் வழக்கமான ஆய்வுக்கூடங்களைப் போன்றவையே. சோதனைகளுக்கு வேண்டிய விளக்குகள், மணிகள், இதர பல எளிய சாதனங்கள்தான் இங்கும் இருக்கின்றன. எலிகளுக்கும் நாய்களுக்கும் மனிதர்களுக்குமான அதே சாதனங்கள் இருப்பதைக் காண்கிறோம். பல்வேறு தூண்டல்களுக்கும் விளைவினையாக, சோதனைப் பிராணிகள் மிதிகட்டையை அழுத்த வேண்டும், கிடைச் சட்டத்தின்மீது தாவ வேண்டும், அல்லது வேறொரு எளிய செயலைச் செய்ய வேண்டும். மனிதர்களை ஆராய்வதற்கும் பிராணிகளை ஆராய்வதற்கும் அதே கோட்பாடுகள்தான் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆராய்ச்சியாளர்கள் சிக்கலான மறிவினைத் தொடர்களை உருவாக்கி மூளை அவற்றை எந்த விதிகளின் பிரகாரம் நிறுவுகிறது என்பதைக் கவனிக்கின்றனர். அதன்பின் வெவ்வேறு நிலைமைகளிலும் பல்வேறு ஆல்கரீதங்கள் எந்த அளவுக்குச் சரியாயுள்ளன என்பதை நிர்ணயம் செய்கின்றனர். இந்தக் கட்டத்தில் அவர்கள் எளிய தகவல் போக்குவரத்து முறைகளுடனே பெரும்பாலும் நின்றுவிடுகிறார்கள். முற்றிலும் உடலியல் பிரச்சினைகளின் துறையிலிருந்து அவர்கள் விலகி வந்துவிட்டனர்; ஆயினும் இன்னும் உளவியலின் எல்லைகளுக்குள் அடியெடுத்து வைத்தாகவில்லை.

இருப்பினும் மனிதர்களைக் கொண்டு நடத்தப்படும் சோதனைகள் பிராணிகளை வைத்து நடத்தப்படும் சோதனைகளிலிருந்து வெகுவாய் மாறுபடுகின்றன. சிந்தனை செய்யாமல்

கண்ணை மூடிக்கொண்டு அந்தந்தக் குறியறிவிப்புக்கும் ஏற்ப மறிவினை புரியும் ''கணிப்பியந்திராமாய்ச்'' செயல்படுவதுடன் நின்றுவிட மனித மூளை விரும்பவில்லை. குறியறிவிப்பை எதிர்நோக்கிப் பிராணிகள் செயலின்றிக் காத்திருக்கின்றன. சோதனைக்கு உட்படும் மனிதர்கள் பல்வேறு இணைப்புப் பொத்தான்களையும் திருகுகளையும் இயக்கிப் புதிய குறியறிவிப்புகளை உண்டாக்குவதில் பங்கெடுத்துக் கொள்கின்றனர். சூழ்நிலையை இவ்வாறு ''புலனறிதல்'', மறிவினைகள் உருவாக உதவி செய்கிறது.

பேராசிரியர் அனோஹின் விவரித்த ''துவக்கி வைக்கும்'' நெறியாக்கத் தூண்டல் அன்னியில், பிரத்தியேக விளைவினைகளை உண்டாக்காமல் ''துவக்கிவைக்கும்'' தூண்டலுக்கு ஒருவரது விளைவினைகளின் தன்மையைப் பாதிக்கும் ''உசுப்புத்'' தூண்டல்களும் இருக்கின்ற என்பதும் ஏனைய பல விவரங்களிடையே தெரியலாயிற்று. நானுவிதமான மறிவினைக் குறியறிவிப்புகளும் திட்டவட்டமான ஒரு ஒழுங்கு முறைப்படி அமைந்து, கீழ்நிலைத் தூண்டல்கள் மேல்நிலைத் தூண்டல்களுக்குக் கண்டிப்பான முறையில் கீழ்ப்படிகின்றன. மிக உயர்ந்த நிலைக்குரிய ஒரு தூண்டல் ஏற்கனவே நிலையுறுத்தப்பட்ட மறிவினைகளது முழுத் தொடரமைப்பையும் உசுப்பி விட்டுவிடும். பிற தூண்டல்கள் இந்த முழுத் தொடரமைப்பின் தனிப்பட்ட மறிவினைச் சங்கிலிகளை உசுப்பிவிடுகிறது. மற்றும் சில தூண்டல்கள் பல்வேறு சங்கிலிகளின் பக்கவாட்டுக் கிளைகளை உசுப்பிவிடுகின்றன. கீழ்நிலை உசுப்புக் குறியறிவிப்பு, மேல்நிலை குறியறிவிப்பு பலனளிக்கையில் மட்டுமே விளைவை உண்டாக்குகிறது. ஆகவே கிளைகிளையாய் அமைந்த ஒரு பெரிய செயல் திட்டம் ஊக்குவிக்கப்பட வேண்டுமாயின், தாகம், பசி அல்லது வேறொரு ஆதார வேட்கையுடன்கூட இரண்டு,

மூன்று உசுப்புத் தூண்டல்களும் ஒருங்கே இருந்தாக வேண்டும்.

மூளையானது மிகவும் நெகிழ்வுடன் செயல்படும் அமைப் பென்பது தெளிவாகியுள்ளது. மூளையைக் குழப்பிவிட வேண்டு மென்று நெறியாக்க விளைவினைகளுக்கான துவக்கத் தூண் டல்களை மாற்றியமைத்து நடத்திய சோதனை வரிசை இதனைத் தெளிவுபடுத்திற்று. நெறியாக்கத் தூண்டல்களில் மாற்றம் ஏற்படும்போது மூளையானது பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதில் ஏற்கனவே தமது தகுதியை நிரூபித்துக் காட்டிய பழைய மறிவினைச் சங்கிலிகளை முதலில் பயன்படுத்திப் பார்ப் பதைச் சோதனைகள் புலப்படுத்தின. இந்தப் பரீட்சையில் அவை தோல்வியடைய நேரும்போது மட்டுமே மூளை ஒரு புதிய செயல்திட்டத்தை வகுக்க முற்படுகிறது.

''மாறிக் கொண்டிருக்கும் சுற்றுச்சார்பில் மூளை எப்படித் தகவலைச் சலித்துப் பதனம் செய்கிறது என்பது குறித்து எங் கள் சோதனைகளும் விவரப் பதிவுகளும் விளக்கமான சித்திர மளித்துள்ளன. எங்களுடைய வழி சரியானதே என்பதையும் இவை உறுதிப்படுத்தியிருக்கின்றன'' என்று அனத்தோலிய் நப்பால்கவ் என்னிடம் கூறினர். ''உயிரமைப்புக்கும் அதன் சுற்றுச்சார்புக்குமுள்ள பரஸ்பரத் தொடர்புகளை ஆராய் வதன் மூலமே உள்வரும் தகவலை மூளை பதனம் செய்து கொள்வது பற்றிய விதிகள் குறித்துத் தெரிந்து கொள்ள முடியும்.''

மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தின் ஆய்வுக்கூடங்களில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தும் உடலியலாளர்கள்இத்தகைய விதிகள் பலவற்றையும் ஆராய்ந்தறிந்து விவரித்துக் கூறியுள்ளனர். உதாரணமாய், புதிய குறியறிவிப்புகளுக்கு மனித மூளை மிக விரைவாய் விளைவினை புரிவதை அவர்கள் கண்டனர். இது

வரை பயன்படுத்தப்படாத ஒரு குறியறிவிப்பு ஒரு சோதனை யின்போது புகுத்தப்படுமாயின், குறிப்பிட்ட குறிக் கோளை அடைய அது உதவியாய் இருக்குமா என்று தெரிந்து கொள்வதற்காக மூளை அதைப் பரீட்சித்துப் பார்க்கிறது. இது போன்ற நிலமைகளில் மூளை பின்பற்றும் சில விதிகள் ஏற்கனவே கண்டறியப்பட்டிருக்கின்றன.

புதிய செயல்திட்டங்கள் உருவாக்கப்படும் நிகழ்ச்சிப் போக்குகளைப் பகுத்தாய்ந்து, சுவையான சில விவரங்கள் புலப்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. புதிய செயல்முறைக்குரிய செயல்திட்டத்தை வகுத்துக் கொள்ள முயலுகையில், தற் காலிக நெறியாக்க மறிவினைத் தொடர்களை வளர்த்து இடை நிலைக் குறிக்கோள்கள் ஈடேற்றப்படுகின்றன என்பது தெரிய வந்தது. பிற்பாடு அவை தடையுறுத்தப்படுகின்றன என் றாலும்,அறவேமறைந்துவிடுவதில்லை.ஒரு புதிய பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணுகையில் மூளை ஏற்கனவே தன்னிடம் இருக்கக் கூடிய சிந்தனை நெறிகளைப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. இத்தகைய துணைச் செயல்திட்டங்கள் வகுக்கப்படுவது மிகுந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். இவற்றின் உதவியால் ஒவ்வொரு தடவையும் மூளை அடியிலிருந்து தொடங்க வேண்டியிருப்பதில்லை.

மூளையினுடைய செயற்பாட்டின் எல்லா ஆல்கரிதங்களை யும் எடுத்துரைப்பது சாத்தியமல்ல, அது அவசியமுமல்ல. ஆராய்ச்சியாளர்கள் இதுவரை கண்டுபிடித்துக் கூறியுள்ள விதிகளைக் குறிப்பிடுவதுதான் இங்கு மிகவும் முக்கியமானது. ஏற்கனவே தெளிவுபடுத்தப்பட்டிருக்கும் விதிகள், கண்டிப் பான தர்க்கவாத உள்ளச் செயல்முறைகளை மட்டுமின்றி, உள்ளுணர்வால் அறிதல் என்பதாய்ச் சொல்லப்படும் அந்த உணர்ச்சியையும் போன்ற மூளைச் செயற்பாட்டின் சூக்கும

வெளிப்பாடுகளையும் பற்றி நமக்கு விளக்கம் கூறுகின்றன.

தகவல்களைப் பெற வேண்டும் என்று, அறிவை விசாலமாக்கிக் கொள்ள வேண்டுமென்று மனிதன் இயற்கையாகவே துடிப்பு கொண்டுள்ளான். ஆனால் தேவையற்ற தகவல்கள் குவிந்துவிடுவதிலிருந்து மனிதன் தன்னைத் தற்காத்துக் கொள்வதும் இதே அளவுக்கு முக்கியமாகும். அமைப்பாளர்கள் வகுத்திட்ட இலக்கைத் தானாகவே சென்றடையவல்ல ஓர் இயந்திரத்தை, தனது அனுபவத்தின் வாயிலாய்க் கற்றறிந்து கொள்ளும் திறன் படைத்த ஓர் இயந்திரத்தைப் பொறியாளர்கள் அமைத்திட முனைந்தபோது, இவ்வுண்மையின் முக்கியத்துவத்தை அவர்கள் தெளிவாக உணர முடிந்தது. அந்த இயந்திரம் உள்வரும் எல்லாத் தகவல்களையும் அப்படியே மனப்பாடம் செய்து கொள்ளுமாயின், அதன் நினைவுக் களஞ்சியம் விரைவில் நிரம்பிவிடுமாதலால், மெய்யாகவே அவசியமான தகவல்களுக்கு இடம் இல்லாமற் போய்விடும். தேவையில்லாத தகவல்களிலிருந்து இயந்திரத்துக்குக் காப்பு அளித்திடும் வழிமுறைகளைத் தேட முற்பட்ட விஞ்ஞானிகள் மறுபடியும் மனித மூளையின் பக்கம் திரும்பினார்கள். முடிவின்றி தன்னுள் வந்து கொண்டிருக்கும் தகவல்களால் மூழ்க்கடிக்கப்படாமல் கற்றறிந்து கொள்ளும் ஆற்றலுடைய மூளையிடமிருந்து தெரிந்து கொள்ள முற்பட்டனர்.

அடிப்படையான இரு விதிகள் இதற்கு அவசியமாகும் என்று கருதப்பட்டது. உள்வரும் குறியறிவிப்புகள் மீண்டும் மீண்டும் காலத்தில் ஒருங்கமைந்தனவாய் இருந்து அவற்றுக்கு அடிப்படையாய் ஏதேனொரு விதி அல்லது ஒழுங்குமுறை நிலவுவது இதன் மூலம் குறிக்கப்படும்போது மட்டும்தான்

மூளை அக்குறியறிவிப்புகளுக்கு இடையில் தொடர்பு இருப்பதை மனப்பாடம் செய்து கொள்கிறது. இவ்விதம் மூளையானது எந்தவொரு தகவலும் முக்கியமானதா, இல்லையா என்று முடிவு செய்து கொள்கிறது. இரண்டாவதாக, அது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விதிகளில் எவை பயன் தருபவை என்பதையும் தீர்மானித்துக் கொண்டாக வேண்டும். பிராணிகளின் விவகாரத்தில் இது எளிதில் தீர்மானிக்கப்பட்டுவிடுகிறது: உணவு கிடைக்கவோ, ஏனைய ஜீவாதாரத் தேவைகளைப் பூர்த்தி செய்யவோ உதவக் கூடிய தகவல்களை மட்டுமே அவை மனப்பாடம் செய்துகொள்கின்றன.

பிரச்சினை எளிதாகவே தோன்றுகிறது. இரு விதிகளும் இயந்திரத்தில் உள்ளமைக்கப்பட வேண்டும். செய்துபார்த்துப் பிழை நீக்குவதன் அடிப்படையில் இவ்வியந்திரம் கற்றறிந்துகொள்ளும். ஆனால் உண்மையில் இது அவ்வளவு எளியதல்ல. பயனற்ற விவரங்களை இயந்திரம் மனப்பாடம் செய்யாதென்பது மெய்தான். ஆனால் பயனுள்ள தகவல்கள் பலவும் அதன் நினைவில் தங்காமல் அகன்றுவிடும். நேரடியாக ''உணவுக்கு'', அதாவது வகுத்தளிக்கப்பட்ட இலக்குக்கு இட்டுச் செல்லும் தனித்தனி உண்மைகளுக்குள்ள உடன் தொடர்புகளை மட்டுமே அது நினைவில் இருத்திக் கொள்ளும். ஆனால் இலக்கை அடைவதற்கான பாதை நேராகவே இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. ''சுற்றிவளைந்து செல்லும் பாதையை'' மூளை தேர்ந்தாய்ந்து கொண்டு வெற்றியை வந்தடையும். ஆனால் ''நேர் வழியிலே செல்லும்'' இயந்திரம் தோல்வியுற வேண்டியதாகிவிடும். சரியான ''பாதை'' கிளையாகப் பிரிந்து செல்லும் இடத்தில் நேரே போக பல தடவை முயன்று பார்த்துவிட்டு இலக்கை அடைவது சாத்தியமல்ல என்று இயந்திரம் முடிவு செய்துவிடும். மூளையின் புது முறை

காணும் உத்தி இல்லாத இயந்திரம் அத்தோடு சும்மாயிருந்து விடும். ஆகவே தகவலைத் தேர்ந்தாய்வதற்கான மேற்கூறிய கோட்பாடுகள் போதுமானவையல்ல.

''மிதமிஞ்சியத் தகவல்களிடமிருந்து மூளையைப் பாதுகாக்கும் சூட்சுமங்களை உடலியலாளர்கள் இதுவரை உதாசீனம் செய்து வந்துள்ளனர்'' என்று அனத்தோலிய் நப்பால்கவ் கூறினார். ''விவரத் தேர்வுக்கான நெகிழ்வுமிக்க, துல்லியமான முறைகள் நிச்சயம் இருக்க வேண்டும். நாங்கள் இவற்றைத் தேடிக் கண்டுபிடிக்க முற்பட்டோம்.''

புதிய செயல்திட்டங்கள் உருவாக்கப்படும்போது பயனுள்ள தகவல்களைச் சலித்தெடுப்பதற்குப் புதிய தேர்வுமுறைகள் கையாளப்படுவதை விரைவில் ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டனர். பயனுள்ள குறியறிவிப்புகளைக் கண்டறிந்து அவற்றைப் பிற மேற்பார்வை அமைப்புக்களுக்குச் சுட்டிக்காட்டும் மேற்பார்வைச் சூட்சுமங்கள் இருப்பதை அவர்கள் கண்டனர். இவ்வாறு சுட்டிக்காட்டப்படும் குறியறிவிப்புகளில் எவை மிகவும் முக்கியமானவை என்பதை இந்தப் பிற மேற்பார்வை அமைப்புகள் தீர்மானிக்கின்றன. மறிவினைச் சங்கிலி எவ்வளவுக்கு எவ்வளவு கிளைவிட்டுப் பரவுகிறதோ அவ்வளவுக்கு அவ்வளவு மேற்பார்வை சூட்சுமங்கள் அதிக எண்ணிக்கையில் அமைந்து பயனுள்ள தகவல்களைச் சலித்தெடுக்கின்றன.

''இவற்றை நாங்கள் 'படைச் சேர்ப்பாளர்கள்' என்றழைக்கிறோம்'' என்று கூறி நப்பால்கவ் சிரித்துக்கொண்டார். ''இந்த மேற்பார்வை சூட்சுமங்கள் கண்டறிந்து கூறுவதுடன் நிற்பதில்லை. அவை 'சேர்த்திடும்' ஒவ்வொரு குறியறிவிப்பும் தானே புதிய குறியறிவிப்புகளைத் தேர்ந்தாய்ந்து சேர்த்துக் கொள்கிறது. இவ்விதம் கற்றறியும் பணி

முன்னேற்றமடைவதைத் தொடர்ந்து பயனுள்ள தகவலைச் சேகரிப்பதற்கு மூளைக்குள்ள ஆற்றலும் பெருகுகிறது.''

ஆனால் பிரச்சினை இத்துடன் முடிவுற்றுவிடவில்லை. குறிக்கோளை அடைவதற்கான பாதை மிகவும் குழப்பமானதாகி, தனிப்பட்ட ஒவ்வொரு கட்டமும் எதிர்காலத்தில் வெற்றிகரமாய்ச் செயல்படுவதற்குப் பொதுவாய்க் குறிப்புணர்த்துவதற்குமேல் ஒன்றும் செய்யாமல் இருந்துவிடலாம். இந்நிலைமையில் எது பயனுள்ளது என்று அறிய வழி என்ன? சில மேற்பார்வை சூட்சுமங்கள் ''விசேஷ அதிகாரம்'' பெற்றிருப்பதை ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டனர். தகவல் பயனுள்ளது தானா என்பதற்கான அங்கீகாரத்தைப் பெற முற்படாமலே அவை தமது உசிதத்துக்கேற்ப தகவலைத் தேர்வு செய்கின்றன.

இது நிலைமையைத் தெளிவுபடுத்துவதாய்த் தோன்றியது. ஆயினும் பிராணிகளுடையவற்றிலிருந்து மனிதர்களுடைய தேர்வு சூட்சுமங்களுக்குச் சோதனைகளை மாற்றியதும் இசைவின்மை வெளிப்படலாயிற்று.

''இச்சோதனைகளின் முடிவுகள் வியக்கத்தக்கனவாய் இருந்தன'' என்று அனத்தோலிய் நப்பால்கவ் விவரிக்கிறார். ''மனிதனிடம் 'பரிசினால்' உறுதியூட்டப் பெற வேண்டிய அவசியமில்லாமலே மிகவும் விரைவாய் மறிவினைச் சுற்றமைவுகள் தோன்றிவிடுகின்றன. மனிதனுடைய மூளை மேற்பார்வை சூட்சுமங்களின் உதவியின்றியே, 'உணவுத் தூண்டலால்' உறுதியூட்டப் பெறாமலே, புதிய தகவல்களை மனப்பாடம் செய்வது போலவும், மிதமிஞ்சிய தகவல்களிலிருந்து மனிதன் பாதுகாக்கப்பட வேண்டியதில்லை போலவும் இதிலிருந்து நினைக்கத் தோன்றும்.''

மேலும் நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் இது சரியல்ல என்று

காட்டின. பாதுகாப்பு அமைப்பு ஆரம்பத்தில் நினைத்ததை விட பன்மடங்கு சிக்கலானது, நெகிழ்வுடையது என்பது தெரிய வந்தது. நுட்பநயம்மிக்க இந்த சூட்சுமங்கள் குறித்து இப்பொழுதுதான் ஆராய்ச்சிகள் துவக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

''பாதுகாப்பு சூட்சுமங்களின் எல்லாத் தலையீடுகளும் நமக்கு அனுகூலமாய் இருக்கவில்லை. இது வியக்கத்தக்கதாகும். அயல் மொழியையோ வேறொரு பள்ளிக்கூடப் பாடத்தையோ நாம் பல ஆண்டுகள் படிக்க வேண்டியிருப்பதற்குக் காரணம், யாவற்றையும் ஏககாலத்தில் நம்மால் மனப்பாடம் செய்ய முடியாது என்பதல்ல; மனப்பாடம் செய்து கொள்வதைச் சில விஷேச சூட்சுமங்கள் முனைப்புடன் தடுத்திடுவதே காரணமாகும்.

''முன்னொரு காலத்தில் நமது மூதாதையர் தாம் கண்ணுற்றவற்றை எல்லாம் வீணில் நினைவில் இருத்திக் கொள்ளாமல் மெய்யாகவே முக்கியமானவற்றை மட்டும் கிரகித்துக் கொள்வதற்கு இவை உதவி வந்தன. இன்று நமக்கு இவ்வளவு கடுமையான பாதுகாப்பு அமைப்பு தேவையில்லை. வேண்டாத தகவல்கள் மூளையில் இடம் பெறுமல் உணர்வு பூர்வமாகவே நம்மால் தடுத்துக் கொள்ள முடிகிறது. பல சந்தர்ப்பங்களிலும் நிகழ்வது போல இயற்கையின் பாதுகாப்பு சூட்சுமங்களால் நமக்கு பாதகமே அதிகமாய் ஏற்படுகிறது.

''சில நேரங்களில் நமது நரம்பு மண்டலம் தனக்குத் தானே தீங்கிழைத்துக் கொள்வது போல, எப்படியும் அக்கணத்தில் உடலின் நலன்களுக்கு முரண்பாடாய்ச் செயல்படுவது போலத் தோன்றுகிறது. உயர் இரத்த அழுத்தத்தைப் போன்ற ஒரு கோளாறை எடுத்துக் கொள்வோம். உயிரமைப்பின் உள்ளாற்றல்கள் யாவும் நொடிப் பொழுதில் ஒன்றுதிரட்டப்

படுவது அவசியமாகவிடும் அபாய தருணத்தில் இரத்த அழுத்தம் கூடுதலாவது மிகவும் உதவியாயிருப்பதில் ஐயமில்லை. இதனால் அதிகபட்ச அளவில் ஆற்றல் வெளிப்பட முடிகிறது. ஆனால் வெளிப்படையான காரணம் இல்லாமலே இரத்த அழுத்தம் உயர்நிலையிலே தொடர்ந்து நீடிக்குமாயின் அது ஒரு நோயாகிவிடுகிறது. இரத்த அழுத்த ஒழுங்கியக்கி அமைப்பில் ஏதோ தகராறு இருப்பதே இதற்குக் காரணம். அதே போதில் இரத்த அழுத்தத்தை ஒழுங்கியக்குவதற்காகப் பிறவியிலேயே அமைந்த சூட்சுமங்களில் தலையிட்டு செயற்கை முறையில் இரத்த அழுத்தத்தை அதிகமாக்குவதற்கான முயற்சிகள் தோல்வியுற்றுவிடுகின்றன. ஆகவே இரத்த அழுத்தக் கோளாறுகளின் காரணம் இந்தச் சூட்சுமங்களை விட 'உயர்' மட்டத்திலேதான் இருக்க வேண்டுமென்று தெரிகிறது.''

கோளாறு தானியங்கி ஒழுங்கியக்கியில் அல்ல, இரண்டாவது படிவத்துக்கும், ஒருவேளை மூன்றாவது படிவத்துக் குங்கூட உரிய ஒழுங்கியக்கி ஆல்கரீதங்களில்தான் என்பதாக நப்பால்கவும் அவர் கூட்டாளிகளும் அனுமாதித்துக் கொண்டனர். விரைவில் புதிய மறிவினைச் சங்கிலிகளை அமைத்துக் கொள்வதற்கு நமது நரம்பு மண்டலத்துக்குள்ள ஆற்றல் தீங்காய் மாறிவிடுவதற்கு இது ஓர் உதாரணமாகும். முன்பு ஒரு சமயம் இரத்த அழுத்தம் விரைவாய் உயர வகை செய்த நரம்பு இணைப்புகள், நரம்பு மண்டலத்தின் நிரந்தரக் கூறுகளாகி, மேலும் விரிவடைந்தும் விட்டன. இதன் விளைவாய் உடலமைப்புக்குத் தீங்கிழைக்கும் மிதமிஞ்சிய இரத்த அழுத்தம் நிலையானதாக்கப்படுகிறது. சோதனை வாயிலாய் இது உறுதிப்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. மணியோசை ஒலித்திட நாய்களுக்கு மின் அதிர்ச்சிகள் அளிக்கப்பட்டன. மறுநாள்

மணியோசை மட்டும் கேட்டதுமே இரத்த அழுத்தம் சிறிதளவு அதிகரித்துவிட்டது. இதன்பின் தொடர்ந்து சில நாட்களுக்கு இந்நாய்கள் மணியோசைத் தூண்டலுக்கு உட்படுத்தப்பட்டன. அவற்றுக்கு உயர் இரத்த அழுத்தம் உண்டாகிவிட்டது. பத்து நாட்களில் அவற்றின் இரத்த அழுத்தம் 130 மில்லிமீட்டரிலிருந்து 250 மில்லிமீட்டர் பாதரச உயரத்துக்கு அதிகரித்துவிட்டது. பதினெட்டு மாதங்கள்வரை இந்நிலை நீடித்து நிலவிற்று.

ஒரேவொரு தடவை துன்பகரமான தூண்டலுடன் இணைந்து வந்த ஒரு குறியறிவிப்பு இரத்த அழுத்த ஒழுங்கியக்கத்துக்குக் காரணமான ஆல்கரீதங்களுடன் சேர்க்கப்பட்டுவிட்டது. நன்கு செயல்படும் நரம்பு மண்டலமாயின் இது போன்ற ஒரு நிலைமை ஏற்படக் கூடாது. பல தூண்டல்கள் பன்முறை இணைந்து வந்தாலன்றி அவை தொடர்புடையனவாய்க் கொள்ளலாகாதென்ற விதி மீறப்பட்டு, பிராணிகளின் வினைவினைகள் பயனுள்ளனவாய் இருப்பதற்குக் காரணமான ஆல்கரீதங்கள் குலைக்கபெ பெற்றுவிட்டன. யாவற்றிலும் முக்கியமாய்க் குறிக்கப்பட வேண்டியது என்னவெனில், இந்நாய்கள் குணமடைந்தது நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டின் ஆல்கரீதங்களைச் சீர்செய்ததன் மூலமேயன்றி மருந்துகளாலல்ல.

இங்கு விவரிக்கப்பெற்ற கோளாறு நமது உள்ளுறுப்புக்களை ஆளும் ஒழுங்கியக்கிகள் சம்பந்தமானது. மூளையின் சிந்தனைச் செயற்பாட்டிலும் இதையொத்த கோளாறு நடைபெறுகிறதா?

சில சந்தர்ப்பங்களில், ஒரு சூட்சுமத்தின் செயற்பாட்டினுடைய பொது விதிகளைக் கண்டறிவது அந்த சூட்சுமம் ஒழுங்கு குலையும்போது சுலபமாகிவிடுகிறது. இயந்திரத்தின்

பல்வேறு பகுதிகளுக்கும் இடையிலான ''இணைப்புகளை'' அந்த இயந்திரம் ஒழுங்காய் இயங்கும்போது கண்டறிய முடிவதில்லை; கோளாறு ஏற்படுகையில் இவை தெரிய வருகின்றன. ஆகவேதான் உடலியலாளர்கள் குற்றங்குறையின்றி நன்கு இயங்கும் நரம்பு மண்டலங்களை மட்டுமின்றி, ''செயல் திட்டங்கள்'' பிழைபட வகுக்கப்பெற்று முறைகேடாய்ச் செயல்படும் நரம்பு மண்டலங்களையும் ஆராய்கின்றனர்.

விஷச் சுழல்

எல்லா வகையான செய்திகளும் உடலின் ஏற்பிகளிடமிருந்து முடிவில்லா வரிசைகளில் மூளைக்கு வந்து கொண்டிருக்கின்றன. பாவ்லவ் கூறியது போல மூளை ஒரு பெரிய கட்டுப்பாட்டுக் கேந்திரமாய் விளங்குகிறது; வெளி உலகிலிருந்து வரும் குறியறிவிப்புகளுக்கேற்ப எண்ணற்ற விளக்குகள் பளிச்சிட்டுக் கண் சிமிட்டுகின்றன. மூளைக்கும் சுற்றுச் சார்புக்குமுள்ள இந்த இடையறுத தொடர்பின் முக்கியத்துவத்தை ஆதியில் வெகுவாய்க் குறைத்து மதிப்பிட்டு வந்தனர். பிறகு கானடா நாட்டைச் சேர்ந்த உடலியலாளர் டி. ஓ. ஹெப் ஒரு சோதனை நடத்தினர். சோதனையில் பங்கு கொள்ள முன்வந்த நலக் குறைவு எதுவும் இல்லாத ஆரோக்கியமான இளைஞர்கள் சப்தம் புக முடியாத, காற்றுப் பதனம் செய்யப்பட்ட சிறு இருட்டு அறைகளில் தனிமையில் விடப்பட்டனர். கைகளில் உறைகளும் அட்டைக் குழாய்களும் மாட்டிக் கூடுமான வரை ஊறுணர்வு குறைக்கப்பட்டது. எவ்வகையான தகவல் தொடர்புமின்றி இவ்விளைஞர்கள் முப்பத்தாறு மணி முதல் பத்து நாட்கள் வரையில் முற்றிலும் தனித்திருந்தனர். இதன் விளைவு மிகவும் குறிப்பிடத்தக்கதாகும்.

இந்தத் தனிமை நிலையை மூளையால் சகிக்க முடியவில்லை. சித்தப் பிரமைகளாலும் பயங்கரச் சொப்பனங்களாலும் இந்த இளைஞர்கள் வதைக்கப்பட்டனர். போள் தெ கிருயீ [Kruif] சித்தக் கலக்கத்தை எதிர்த்து நிற்கும் மனிதன் என்னும் தமது அரிய புத்தகத்தில் இதனை விவரிக்கிறார்.

இடையறாத தகவல் தொடர்பு மூளைக்கு இன்றியமை யாததாகும் என்பது புதிய விஞ்ஞானமான அண்டவெளி உடலியல் கண்டறிந்து கூறும் முடிவுகளால் மெய்ப்பிக்கப் பட்டிருக்கிறது. பரிபூரண நிசப்தம் மூளைக்கு நல்லதல்ல; பின்னணி சப்தம் எதுவும் இல்லையேல் மூளையால் சுமுக மாய்ச் செயல்பட முடியவில்லை என்பதை சப்தம் புக முடி யாத அறைகளில் நடத்தப்பட்ட சோதனைகள் புலப்படுத்தி யுள்ளன. கட்புலன், ஊறுணர்வு, வெப்பநிலை உணர்ச்சிகளும் இன்றியமையாதனவாகும். தொடர்ச்சியாய்த் தகவல்கள் அனுப்பும் எந்தவொரு மூலாதாரத்திலிருந்தும் நெடு நேரத் துக்குத் தகவல் எதுவுமில்லையானால், மூளையின் 1,400 கோடி நரம்பணுக்களின் இசைவான செயற்பாடு பாதிக்கப்படுகிறது; இந்நிலைமையில் நரம்புக் கோளாறுகள் தோன்றிவிடக் கூடும். வெறிபிடித்த நினைவுகளாலோ மாறாத ஒரே எண்ணங்களாலோ அலைக்கழிக்கப்பட நேரும்; சித்தப் பிரமைகள் ஏற்படக் கூடும். அதேபோதில் இம்மனிதன் நன்கு சாப்பிடுவான், தூங்குவான், கணக்குகள் போட்டு விடை கூறும் திறனுடைய வனாய் இருப்பான். இவனுடைய மூளை நோய் வாய்ப்பட்டு விடவில்லை; ஆனால் பலவந்தச் செயலின்மையின் தீய விளைவு களுக்கு அது இலக்காகியுள்ளது.

மன வியாதிகள் பற்றிய சித்திரம் அலங்கோலமாய் இருப் பதால் பல மூளைக் கோளாறுகளுக்கான காரணங்கள் குறித்து ஆராய்ச்சியாளர்களிடையே உடன்பாடு ஏற்பட முடியவில்லை.

தெ கிருயீ தமது புத்தகத்தில் மற்ருெரு சுவையான நிகழ்ச்சியை விவரிக்கிருர். சுவிட்ஜர்லாந்தில் ஓர் ஆய்வுக்கூடத்தில் டாக்டர் ஏ. ஹாப்மன் [Hoffmann] என்பவர் ரை, கோதுமை தானியங்களில் வளரும் எர்காட் எனும் பூஞ்சை கலந்த திரவத்தில் சில துளிகளை வடிகுழல் வழியே தவறிப்போய் வாய்க்குள் உறிஞ்சி விழுங்கிவிட்டார். ஒரு மணி நேரத்துக்குள் அவருக்குப் புத்தி தடுமாறியது, வாய் குளறியது. ஆய்வுக்கூடப் பணியாளர் ஒருவர் அறைக்குள் வந்தபோது ஹாப்மன் ஒரு மூலையில் பதுங்கிக் கொண்டு பீதியுடன் தமது மேஜையை வெறிக்கப் பார்த்துக் கொண்டிருப்பதைக் கண்டார். டாக்டருக்குப் பைத்தியம் பிடித்துவிட்டது.

சில நாட்களில் நோய் குறைய ஆரம்பித்தது. சீக்கிரத்தில் ஹாப்மன் முற்றிலும் குணமடைந்துவிட்டார். ஆனால் இந்தத் தற்காலிகப் பித்து நிலையிலிருந்து அவர் தக்க பாடங்களைத் தெரிந்து கொண்டார். இந்நிலை எர்காட்டினால்தான் ஏற்பட்டதென்பது விளங்கிற்று. இதுதான் அவருடைய மூளையை நச்சுப்படுத்திவிட்டது. இதன்பின் வேண்டுமென்றே எர்காட்டில் சில துளிகளை விழுங்கினர்—முன்பு போல அதே விளைவுகள் உண்டாயின. செயற்கை முறையில் பைத்தியம் பிடிக்கச் செய்யலாமென்று இவ்வாறு அவர் நிரூபித்துக் காட்டினர். நுண் துளியளவு எர்காட் (ஒருவருடைய எடையில் 70 கோடியில் ஒரு பங்கான அளவு) திடகாத்திரமான ஓர் இளைஞரை ஐந்திலிருந்து பத்து மணி நேரத்துக்குப் புத்தி சுவாதீனம் இழக்கச் செய்துவிடக் கூடியது. மூளையை இரசாயன வழியில் நச்சுப்படுத்துவதன் மூலம் உளக் கோளாறுகளை உண்டாக்கலாம் என்பதை இச்சோதனை கண்கூடாக்கியது. இது போன்ற பொருள்களில் பதினைந்துக்குமேல் இன்று நமக்குத் தெரியும்.

உளமருத்துவக் கழகத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் உளக் கோளாறுகள் உண்டாக்கும் இரசாயனப் பொருள் ஊசிமூலம் இரத்தத்தில் செலுத்தப்பட்ட நாய்களை எனக்குக் காட்டினர். அவை தமது கூண்டுகளில் அலங்கோல நிலைகளில் நின்று கொண்டிருந்தன. விநோத முறையில் தலையைக் கோணிக் கொண்டு ஒரு நாய் நின்றது; மற்றொன்று நிற்க முடியாமல் நின்று கொண்டிருந்தது. யாவும் கல்லாய்ச் சமைந்துவிட்டது போலத் தோன்றின. பலவகையான உளக் கோளாறுகளால் பீடிக்கப் பட்டவர்கள் வலிப்பையொத்த இத்தகைய அசையா நிலைகளில் அடிக்கடி காணப்படுவதுண்டு.

மற்றொரு அறையில் ஒரு குரங்கு அதன் கூண்டினுள் படுத்துக்கிடந்தது. திடீரென அது தலையை உயர்த்தி எதையோ உற்று கவனிப்பது போல வெற்றுச் சுவரை வெறிக்கப் பார்த்தது. பிறகு பீதியுற்று ஒதுங்கிச் சென்று ஒரு மூலையில் பதுங்கிக் கொண்டது. அதற்கும் இம்மருந்துகளில் ஒன்றைக் கொடுத்திருந்தார்கள்.*

இந்தச் சோதனைகளில் விஞ்ஞானிகளை ஒருவகை சங்கட நிலை எதிர்நோக்கியதை இங்கு குறிப்பிட வேண்டும். நாய்களின் உதவியால் இன்புளுயென்சா நோயை ஆராய முடியும். ஆனால் உளக் கோளாறுகளை ஆராய பிராணிகளை உபயோகிக்கலாமா? உளக் கோளாறுகள் மனிதனுக்கு மட்டுமே உரிய மூளையின் உயர்நிலை சிந்தனைச் செயல்களைப் பாதிப்பவை அல்லவா? பிராணிகளில் உள நோய்களின் சிற்சில அறிகுறிகளை மட்டுமே—எலிகளிடத்தும் நாய்களிடத்தும் மிகவும் எளியவற்றையும், குரங்குகளிடத்தும் மனிதக்குரங்குகளிடத்தும் சற்று சிக்கலானவற்றையும்—உண்டாக்க முடிகிறது. இந்த அறிகுறிகள் குறிப்பிட்ட சில இரசாயனப் பொருள்களை அளித்ததும் தோன்றுவதானது, பல உளக் கோளாறுகளும் நரம்பு

மண்டலம் நச்சுப்படுத்தப்படுவதிலிருந்து தொடங்குகின்றன என்ற கருத்தை வலியுறுத்துவதாய் இருக்கிறது. நரம்பு மண்டலம் நச்சுப்படுத்தப்பட்ட பிறகு நடப்பது என்ன?

ஒரு சமயம் மின்னணுக் கணிப்பியந்திரத்தில் ஒரு கோளாறு உண்டாயிற்று. தனக்கு வகுத்தளிக்கப்பட்ட திட்டத்தை நிறைவேற்றுவதற்குப் பதில் அது முடிவின்றி ஒரே வொரு செயற்சுழலைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்து கொண்டிருந்தது. அதனால் கணக்கீட்டின் அடுத்த கட்டத்துக்குச் செல்ல முடியவில்லை. சுருங்கக் கூறின், அது ''சித்த சுவாதீனம் இழந்துவிட்டது'' போல நடந்து கொண்டது. இரசாயன முறையில் நச்சுப்படுத்தப்படும் மனித மூளையிலும் இதையொத்த நிகழ்ச்சியே நடைபெறுகிறதென்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் அனுமானம் செய்து கொண்டார்கள். சில நச்சுக்கள் மூளையில் நரம்புத் தூண்டல்களைப் பாதித்து அவற்றைச் சுழித்தோடிய வண்ணம் இருக்கச் செய்வதாய்த் தெரிகிறது.

சாதாரணமாய் ஒருவர் நெடுநேரத்துக்குத் தமது கவனத்தை ஒன்றின்மீதே குவிந்திருக்கச் செய்ய முடியாது. மேற்கூறியது போலத் திரும்பத் திரும்ப ஒரே நிகழ்வு நடைபெற்று ஒரே கருத்தின் மீது கவனம் குவியும்படி நிர்பந்தம் செய்கையில் பிணி உண்டாகிறது. தனக்கெதிராய் இடையறாது சதி நடப்பதாய் நினைக்கச் செய்யும் மனப் பிணி, தற்பெருமைக் கிறுக்கு முதலான உளக் கோளாறுகள் இதனால் ஏற்படுகின்றன. சில நினைவுகள் மட்டும் மனத்துள் முடிவின்றித் திரும்பத் திரும்ப எழுந்து ஏனைய எண்ணங்களுக்கு மனத்தில் இடமில்லாதபடிச் செய்கின்றன— இந்நிலையில் மாறாத ஒரே கருத்து மனத்தை ஆட்டிப் படைக்கிறது.

மூளையின் தகவல் சேமிப்பு, பதன அமைப்பு சரியாய்ச் செயல்படாததே உளக் கோளாறுகளுக்குக் காரணம் என்று சைபர்னெத்தியர் கூறுவார். இதன் விளைவாய் மூளையின் நரம்பணுக்களில் பலவும் உபயோகமற்ற நரம்புத் தூண்டல்களை முடிவின்றி திரும்பத் திரும்பச் சுழன்று வரச் செய்வதில் ஈடுபடுகின்றன. இதனுல் பீடிக்கப்படாமல் மிஞ்சும் சொற்ப எண்ணிக்கையிலான நரம்பணுக்களால் மூளையின் எல்லாப் பணிகளையும் சமாளிக்க முடிவதில்லை. முக்கியத்துவமில்லாத இடைநிகழ்வான தகவல்—முறையான நிலையில் இது சலித்தெடுத்து ஒதுக்கப்பட்டுவிடுகிறது—இப்பொழுது நினைவில் ஆழப் பதிந்து மேலும் பல தவமுன எண்ணங்களை உதிக்கச் செய்துவிடுகிறது. இல்லாத பிம்பங்கள் மூளையினுள் வீசப்பட்டு மனப் பிரமைகள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

இத்தகைய சைபர்னெத்திய விளக்கம் உளக் கோளாறுகளைப் பெருமளவுக்குப் பிழையின்றிச் சித்தரிப்பதாய்த் தோன்றும். மீண்டும்* இயந்திரங்கள் மனிதனின் துணையாகியுள்ளன. கணிப்பியந்திரங்களில் ஏற்படும் சில வகைக் கோளாறுகள்நோயுற்றமூளையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகளுக்கு ஒப்புகளாய் விளங்குகின்றன. அதாவது, உள நோய்களின் ஒப்புகளை, முழு அளவிலோ, பகுதி அளவிலோ, தோற்றுவித்து, நோய் எப்படி வளர்ச்சியுறுகிறது என்பதை ஆராய அவற்றைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள முடிகிறது. ஆனுல் இதன் முன் மருத்துவர்கள் திரும்பவும் தமது நாய்களிலும் குரங்குகளிலும் கவனம் செலுத்த முற்பட்டனர். நோய்களின் ஒப்புகளை உருவாக்குமுன் மேலும் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியது நிறைய இருக்கிறது.

திரும்பவும் நாய்களுக்கு நச்சுப் பொருள் ஊசி போடப்பட்டது. இம்முறை சொற்ப அளவே அளிக்கப்பட்டது.

நோய் அறிகுறிகள் முழு அளவுக்கு வளர்ச்சி பெறவில்லை. விநோதமான சில நரம்புக் கோளாறுகள் ஏற்படக் கண்டனர். உதாரணமாய் ஒரு நாய் தட்டிலுள்ள கஞ்சியை அள்ளிக் குடித்தது. ஆனால் தட்டில் கஞ்சியின் மட்டம் குறைவதற்கேற்ப தலையை அது குனிந்துக் கொள்ளத் தவறிவிட்டது. ஆகவே வீணில் நாய் நாக்கை நீட்டிச் சப்பிட்டதே அன்றி கஞ்சி குடிக்க முடியவில்லை. உணவுக்கான மறிவினை செயல் பட்டது; நாக்கு, கழுத்து இவற்றின் தசைநார்களுக்கு மூளை தக்க உத்தரவுகளை அனுப்பிற்று; ஆனால் ஒத்திசைவு ஏற்பட்டாகவில்லை. கோளாறு முக்கியமாய் உயிரமைப்பின் உயர் நிலைப் பணிகளைப் பாதிக்கிறது; அதாவது பிராணிகளிடம் நெறியாக்க மறிவினைகளுக்கும் இதர பணிகளுக்குமான நுட்ப சூட்சுமத்தையும், மனிதனிடம் பேச்சையும் இயக்கு ஒழுங்கியக்கியையும் பாதிக்கிறதென்று முடிவு செய்யப்பட்டது. சிக்கலான சில மறிவினைகள் சம்பந்தமான சோதனைகள் மூலம் இம்முடிவு சரிபார்க்கப்பட்டது. உதாரணமாய், குறிப்பிட்ட குறியறிவிப்பைத் தொடர்ந்து நாய் ஒரு பலகைமீது தாவினால்தான் அதற்கு உணவளிக்கப்பட்டது. பிறகு கூட்டாய் இணைந்த தூண்டல்கள், அதாவது மணியோசையும் விளக்கொளியும் சேர்ந்தமைந்த தூண்டல்கள், உபயோகிக்கப் பட்டன. பிறகு விளக்கொளி வெள்ளையாய் இருந்தால் மட்டுமே அது ''உணவைக்'' குறிப்பதாகும் என்று மேலும் ஒரு சிக்கல் புகுத்தப்பட்டது. இந்த மறிவினை குற்றங்குறை இல்லாதபடி உருவாகி நாயின் மூளையில் நன்கு பதிக்கப்பட்ட பின் நச்சுப் பொருளில் துளியளவு அளிக்கப்பட்டது. உடனே இந்தத் திட்டவட்டமான நெறிமுறை குலைந்துவிட்டது; மிகவும் சிரமப்பட்டு உருவாக்கப்பட்ட நெறியாக்க மறிவினைகள் மறைந்துவிட்டன. மணியோசையும் வெள்ளை விளக்கொளி

யும் சேர்ந்திருக்கும்போதுதான் ''உணவு'' கிடைக்கும் என் பதை ''மறந்து'', விளக்கு மட்டும் எறியத் தொடங்கியதும் பலகைமீது தாவிற்று. சிக்கலான சூழ்நிலையை இப்பொழுது அதனுல் சமாளிக்க முடியவில்லை. மிகப் பல கிளைகளுடன் கோணல்மாணலாய் அமைந்த சிக்கலான பாதையில் தமக் குரிய வழியை முன்பு பதினைந்து நிமிடங்களில் தேடிக் கண்டு கொண்டுவிட்ட எலிகள், இப்பொழுது மணிக் கணக்காய் வழி தெரியாமல் அதனுள் சுற்றிக் கொண்டிருந்தன.

இந்தச் சோதனைகள் ஒப்பளவில் நூதனமானவை என்ருலுங்கூட, நச்சுப்படுத்தப்பட்ட மூளையில் முறையான மறி வினைகள் தகர்ந்து அவற்றினிடத்தில் தவருன மறிவினைகள் நடைபெறுகின்றன என்பதை இவை நன்கு தெளிவுபடுத்தின. மறிவினைகள் தகர்ந்திடும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு படிப்படியாய் நடைபெறுகிறது. முதலில் ஒரு கரணை கழன்று விழுகிறது, பிறகு மற்ருென்று விழுகிறது, இவ்வாறு முழுச் சங்கிலியும் மறைந்துவிடுகிறது. மனப் பிணிக்குரிய முறைகேடான புதிய மறிவினைகள் தோன்றுவது எப்படி? இந்த நிகழ்ச்சிப்போக் கைத் தடுத்து நிறுத்தவும் முறைப்படுத்தவும் முடியுமா?

இக்கேள்விகள் சிலவற்றுக்கு விஞ்ஞானிகள் இதற்குள்ளா கவே பதில்களைத் தெரிந்து கொண்டுவிட்டனர். விளக்கொளி அல்லது மணியோசை அல்லது வேருெரு தூண்டலானது உறுதியூட்டப்படும்போதுமட்டுமே அதனடிப்படையில் நெறி யாக்க மறிவினை உருவாகிறது. நாயின் உணவருந்தும் நேரத் தில் ஒரேவொரு முறை மணியோசை கேட்குமாயின், அந்த நாய் மற்ருெரு சந்தர்ப்பத்தில் அதைக் கவனியாது அசட் டையாய் இருக்கும். நாய் அதைக் கவனியாதுவிடுவது சரியே. ஏனெனில் உணவுடன் தொடர்பு கொள்ளாத இடைநிகழ் வான குறியறிவிப்புகளுக்கு மூளை வினைவினை புரியக் கூடாது.

இது போன்ற ஒருங்கிணைவுகள் பன்முறை திரும்பத் திரும்ப நிகழ்ந்தால்தான் மணியோசையை நாய் உணவுடன் தொடர்புடையதாய்க் கொள்கிறது. இவ்வழியில் மூளையானது தேவையற்ற தொடர்புகளிலிருந்து தன்னைத் தற்காத்துக் கொள்கிறது. சோதித்துச் சரிபார்க்கப்பட்ட தகவல் மட்டுமே மூளையைச் சென்றடைகிறது. இதன் விளைவாய் மறிவினைகள் மெய்யாகவே நிலவும் சூழ்நிலையின் பிரதிபலிப்புகளாக முடிகிறது.

இது ஆரோக்கியமான மூளையில் நடைபெறுவதாகும். நரம்பு மண்டலத்தில் கோளாறு ஏற்படுகையில் என்ன நடைபெறுகிறது? திடுக்கிடச் செய்யும் கடுமையான திகிலால் நிலை குலைந்துவிடும்போது, மூளை அதன் விழிப்பான பாதுகாப்பு நிலையை இழந்துவிடுகிறதென்பதையும், பொருத்தமில்லாத குறியறிவிப்புகளைத் தொடர்ந்தும் இதனால் மறிவினைகள் உருவாகிவிடலாமென்பதையும் சோதனைகள் புலப்படுத்துகின்றன. அதாவது பயனுள்ளவை, பயனற்றவை ஆகிய எல்லா வகைத் தகவல்களும் மூளையைச் சென்றடைய வழி திறக்கப்பட்டுவிடுகிறது என்றாகிறது. விரைவில் நினைவில் பயனுள்ள செய்திகளுக்கு இடமில்லாத நிலை ஏற்படுகிறது. சுற்றுச்சார்பைப் பற்றிய தவறான பிம்பம் மூளையில் தோன்றிவிடுகிறது.

மனிதனிடத்து உண்டாகும் உளக் கோளாறுகளும் இதையொத்தனவாய் இருந்தாலும் இருக்கலாம். உள்வரும் தகவல்களைச் சலித்தெடுக்கும் மேற்பார்வை அமைப்பு சீர்குலைந்து, சரிபார்க்கப்படாத செய்திகள் ஏராளமாய் மூளைக்குச் சென்று அதைத் திணறடித்து, அதன் விளைவாய் மனப் பிணிக்குரிய மறிவினைகள் தோற்றுவிக்கப்படலாம். இந்நிகழ்ச்சிப் போக்கு நரம்புத் தூண்டல்களை ஒன்றின் பின் ஒன்றாய்ச்

சுற்றிச் சுழித்தோடச் செய்வது சாத்தியமே. இதுவே மூளைக் கோளாறுகளுக்குக் காரணமென பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

ஆனால் இது மனப் பிரமைகளுக்குக் காரணமாய் இருக்கக் கூடிய பல சூட்சுமங்களில் ஒன்றே ஆகும். பிணி நிலைக் குரிய மறிவினைகள் உள்வரும் தகவலின் தவறான தேர்வின் அடிப்படையில்தான் உருவாக வேண்டுமென்பதில்லை. சைபர் னெத்திய முறையில் கூறுமிடத்து, தகவல் பதனத்தில் ஏற் படும் தவறு காரணமாகவே இந்நிலைமை ஏற்பட வேண்டு மென்பதில்லை: இது தகவல் சேமிப்பு சம்பந்தமானதாகவும் இருக்கலாம்.

உணவு வெகுமதி கிடைப்பதற்குரிய மறிவினைச் செயல் வரிசை ஒரு நாயிடம் வளர்த்திடப்பட்டது. மணியோசை கேட்டு விளக்கொளி தெரிந்ததும் அது மேஜைமீது தாவி பிறகு தரையிலே குதித்து, பாதத்தால் மிதிகட்டையை அழுத்திவிட்டு ஒரு பலகைமீது தாவிற்று. பசி இல்லாதபோது இந்நாய் இந்த நெறியாக்கத் தூண்டலுக்கு விளைவினை புரி வதில்லை. பிறகு இந்நாய்க்கு உப்புக் கரிக்கும் கஞ்சி அளிக்கப் பட்டது. பசிக்குப் பதில் அதற்குத் தாகமெடுக்கத் தொடங்கி விட்டது. இப்பொழுது அது உணவைக் குறிக்கும் தூண்டல் களுக்கு விளைவினை புரிய முற்பட்டுவிட்டது. தாகம் அதிக மாகிவிட்ட நாயின் மூளை குறியறிவிப்புகளை நிதான புத்தியுடன் பகுத்தாயும் திறனற்றது. உணவு மறிவினைக்கான செயல் வரிசை குடிக்கத் தண்ணீர் கிடைக்குமென்பதைக் குறிக்கா விடினும் இச்செயல்கள் யாவற்றையும் அந்த நாய் செய்ய முற்பட்டது. இதன் விளைவாய்ப் பழைய மறிவினையுடன் தொடர்பு கொண்ட சில கூறுகள் அடங்கிய குடி தண்ணீர் மறிவினைச் சங்கிலியை உருவாக்கிக் கொண்டுவிட்டது.

இதே வழியில் பழைய நினைவுகளின் சில இழைகள் சேர்ந்து, சித்தம் கலங்கியவர்களது மூளையில் எதார்த்தத்தின் தாறுமாறான மனப் பிரமைகளைக் குறிக்கும் சித்திரங்களைத் தோற்றுவிக்கின்றன என்பதாய்க் கருதப்படுகிறது. முறை கேடாய் இயங்கும் மூளையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு களின் உத்தேசமான, ஏறத்தாழச் சரியாய் இருக்கக் கூடிய ஒரு கருத்தே ஆகுமென்பது மெய்தான். மின்னணு இயந் திரங்களில்''செயற்கைப் பித்துநிலையை''உண்டாக்கி இதைத் திட்டவட்டமான கூரான கருத்தாக்க முடியும்.

இயந்திரத்துக்குப் பாடம் சொல்லித் தருவது எப்படி?

மத்திய நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டின் விதிகளை நிர்ணயம் செய்யும் பிரதான நோக்கத்துடன்தான் ஆரோக் கியமான பிராணிகளையும் பிணிக்குள்ளான பிராணிகளையும் கொண்டு பல சோதனைகளும் நடத்தப்பெற்றன என்பது உங்களுக்கு நினைவிருக்கும். இந்த ஆராய்ச்சிகளில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட ஆல்கரீதங்களில் எவையெவை கற்றறியும் இயந்திரங்களுக்குப் பயனுள்ளவை?

''ஒவ்வொரு நடத்தை முறைக்கும் ஒரு பிரத்தியேகச் செயல்திட்டம், பொருத்தமான நெறியாக்கத் தூண்டல் களால் துவக்கி வைக்கப்படும் ஒரு பிரத்தியேக மறிவினைச் சங்கிலி இருக்க வேண்டுமெனத் தோன்றும்'' என்று அனத் தோலிய் நப்பால்கவ் கூறுகிறார்.''அப்பொழுது நெறியாக்கத் தூண்டல் ஒவ்வொன்றும் நரம்பு மண்டலத்தில் அதற்குரிய விளைவினையை உண்டாக்க வேண்டும். அதாவது தற்காப்புக் கும் உணவுக்கும் இன்ன பிறவற்றுக்குமான தனித்தனி மறிவினைச் சங்கிலிகள் மிகப் பலவும் இருக்க வேண்டும்.

அப்படியானல், புதிய மறிவினைகளை வளர்த்து உருவாக்கிக் கொள்வதற்கான ஆற்றல் நேரடியாக நினைவாற்றலின்கொள் திறனைப் பொறுத்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில் நெறி யாக்கத் தூண்டல் ஒவ்வொன்றுக்குமான நினைவு அதற்குரிய ஒரு தனி இடத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுவது அவசியமாகி விடுகிறது.

''ஆனல் இது போன்ற ஒரு ஒழுங்கியக்கி அமைப்பின் செயற்பாடு தொல்லை வாய்ந்ததாகவே இருக்கும். சுற்றுச் சார்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு ஏற்றவாறு ஒரு புதிய செயல்திட்டத்தை வளர்த்து உருவாக்குமுன், அல்லது பழையது ஒன்றைத் திருத்தியமைக்குமுன், ஏற்கனவே செயல்பட்டு வந்த மறிவினைச் சுற்றோட்டங்களை அகற்று வது அவசியமாயிருக்கும். பழையவற்றை அகற்றினல்தான் நினைவுக் க்ளஞ்சியத்தில் புதிய மறிவினை இணைப்புகளுக்கு இடம் கிடைக்க முடியும்.''

ஆனல் இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண பிற வழிகள் உண்டென்று நப்பால்கவ் கூறுகிறர். சாத்தியமான ஒவ் வொரு சந்தர்ப்பத்துக்கும் ஒரு தனி செயல்திட்டம் ஒழுங் கியக்கி அமைப்பிடம் முன்கூட்டியே தயாராய் இருக்கத் தேவையில்லை. குறைந்தபட்ச அளவிலான தகவல்கள் மட்டும் நினைவில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருந்தால் போதும். இவற்றை உபயோகித்துப் பல செயல்திட்டங்களையும் உருவாக்கிக் கொண்டுவிடலாம். நினைவுச் சேமிப்பிலுள்ள தகவல்கள் எல்லா நரம்பணுக்களாலும் பொதுவில் பயன்படுத்திக் கொள்ளத் தக்கதாய் இருப்பதென்று கூறலாம். ஒரு மறிவினைச் சங்கிலியை நிறுவ மூளை குறிப்பிட்ட சில தகவல்களைப் பயன் படுத்திக் கொள்கிறது. பின்னர் பிற்காலத்தில் திரும்பவும் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் பொருட்டு இத்தகவல்களை அது

நினைவுக் களஞ்சியத்திலேயே திருப்பிச் சேர்த்துவிடுகிறது. மூளையின் பிற செயல்களில் குறிக்கிடாதபடி தகவல்கள் மூளை யில் சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. புதிய செய்திகள் மூளைக்கு வந்து சேர்ந்து அவை பதனம் செய்யப்பட்டு பிரத்தியேகச் செயல்திட்டங்கள் உருவாக்கப்படுகையில், தேவைப்படும் தகவல்களைத் தெரிவிக்குமாறு மூளையின் ''தகவல் களஞ்சியத்துக்கு'' வேண்டுகோள்கள் விடுக்கப் படுகின்றன.

சாதாரணமாய் எந்த மனிதரும் எந்தப் பிராணியும் தேவை இல்லாதபோது மறிவினை ஏற்பாட்டைச் சேர்ந்த நெறி யாக்கத் தூண்டல்களுக்கு விளைவினை புரிவதில்லை. ஒருவருக்குக் குறிப்பிட்ட ஒரு பணி அளிக்கப்படும் போது மட்டும்தான், அல்லது ஒரு பிராணிக்குத் தாகம், பசி, அல்லது வேறொரு வேட்கை ஏற்படுகையில் மட்டும்தான், குறிப்பிட்ட ''உணவு'' அல்லது ''தாக'' அல்லது ''ஒளி'' அல்லது ''மணியோசை'' மறிவினைச் சங்கிலி இயங்கத் தொடங்குகிறது. இவ்வாறு அமைந்த ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமம் அதிக அளவு நெகிழ்வுடை யதாய் இருக்கும்; சுற்றுச்சார்பில் ஏற்படும் மாற்றங்களுக்கு உகந்தபடி நரம்பு மண்டலம் விரைவில் தன்னைத் தகவமைத் துக் கொள்ள முடியும். அதன் நினைவாற்றலின் கொள்திற னும் அவ்வளவு பெரியதாய் இருக்க வேண்டியதில்லை. இது அளவு கடந்த முக்கியத்துவம் வாய்ந்ததாகும். மூளையானது ''நினைவுச் சேமிப்பிடம்'' என்பதாய்த் தனியே ஒன்றைப் பெற்றிருக்கவில்லை. காரணகாரிய அடிப்படையிலான செயல் களுக்குப் பொறுப்பான அதே நரம்பணுக்கள்தான் நினைவுக் களஞ்சியமாகவும் செயல்படுகின்றன போலும். ஆகவே கட்டுண்ட நிலையில் இருத்தப்படாத நரம்பணுக்களின் எண் ணிக்கை அதிகமாக அதிகமாக, மூளையின் செயல்கள் மேலும்

அதிக அளவுக்குப் பலதரப்பட்டதாகவும் பயனுடையதாகவும் ஓங்கி வளர முடிகிறது.

ஆனால் இவ்வகைப்பட்ட ஒழுங்கியக்கி அமைப்பு, தேவைப் படும் தகவல்களைக் குறுகிய அவகாசத்தில் நினைவுக் களஞ் சியத்திலிருந்து தேடித் தரக் கூடிய சில துணை சூட்சுமங் களைப் பெற்றிருந்தாக வேண்டும். அப்பொழுது புதிய செயல்முறைகளை உருவாக்கிக் கொள்வதற்கான சாத்தியப் பாடு அவ்வளவாய் நினைவுக் களஞ்சியத்தின் கொள்திறனைப் பொறுத்திராது, துணை சூட்சுமங்களின் சிறப்பைப் பொறுத் ததாய் இருக்கும். மேலே எடுத்துரைக்கப்பட்ட சோதனைகள் பிராணிகளிடத்தும் மனிதர்களிடத்துமுள்ள நரம்பு மண் டலம் இந்த இரண்டாவது வழிமுறையில் இயங்குகிறதென் பதை உறுதி செய்கின்றன.

முதலாவதாய், நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள தகவல்களைப் பரிசீலித்து உள்வரும் தகவல்களுடன் அவற்றை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும் தனிவகை உடலியல் சூட்சுமம் ஒன்று இருக்க வேண்டும். இத்தகைய சூட்சுமம் இருக்குமாயின், சம்பந்தப் பட்ட தகவல்களைத் தேடிப்பிடிப்பதற்கு மூளை தன் சேமிப் பிலுள்ள தகவல்கள் யாவற்றையும் ஆதி முதலாய் அலசி ஆராய வேண்டியதில்லை. தேர்வு முறையிலான தேடலை அது நடத்தினால் போதும். நூலகத்தில் புத்தகத்தை அதன் அட் டவணை எண்ணைக் கொண்டு தேடியெடுப்பது போன்றதாகும் இது. வாசகரின் வேண்டல் மனுவைக் கையில் வைத்துக் கொண்டு நூலகப் பணியாளர் புத்தக வரிசைகளிடையே செல்கிறார். வேண்டல் மனுவிலுள்ள எண்ணும் புத்தகத் தின் முதுகிலுள்ள எண்ணும் ஒன்றானதும், பணியாளர் அப் புத்தகத்தை அலமாரியிலிருந்து எடுக்கிறார்.

பிராணியின் மூளையில் நரம்புத் தூண்டல் ''நூலகப் பணி

யாளராய்ச்'' செயல்படுகிறது. ஏதோ ஒரு நரம்பணுக் குழுவி லிருந்து—உதாரணமாய் தாக மையத்திலிருந்து என்பதாய்க் கொள்வோம்—தூண்டல் ஏற்கனவே உருவாகியுள்ள நரம்புப் பாதைகள் வழியே பரவுகிறது. தேவையான தகவலுக் கான தேடல் குறிப்பிட்ட வழியில் திசையமைவிக்கப்படு கிறது. தாக மையத்திலிருந்து செல்லும் நரம்புப் பாதைகள் முதலில் கிளர்த்திவிடப்படுகின்றன. பழைய மறிவினைச் சங்கிலிகளின் கரணைகள் ஒவ்வொன்றாய் ஊக்குவிக்கப்படு கின்றன. குறிக்கோள் ஈடேறி பிராணி தனது தாகத்தைத் தணித்துக் கொள்ளும் வரை இவ்வாறு தொடர்ந்து நடை பெறுகிறது.

இருவேறு மறிவினைச் சங்கிலிகள் — உதாரணமாய்த் தாகத்துக்கும் பசிக்குமுரிய சங்கிலிகள்—பொதுவான ஒரே தூண்டலைப் பெற்றிருக்குமாயின், நரம்புக் கிளர்ச்சி நாம் ஏற்கனவே கண்டது போல இரண்டுக்கும் பரவிவிடலாம்.

பழைய மறிவினைச் சங்கிலிகளில் அடங்கியுள்ள தகவல் கள் உள்வரும் குறியறிவிப்புகளுடன் இடையறாது ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன. சேமித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் தக வலும் உள்வரும் குறியறிவிப்புகளும் ஒன்றாகிப் ''புத்தகம்'' அலமாரியிலிருந்து எடுக்கப்பட்டு ''வாசகரிடம்'' தரப்படும் வரை இவ்வாறு தொடர்ந்து அலசி ஆராயப்படுகிறது.

பொருத்தமான ''உசுப்புத்'' தூண்டல்கள் இருக்கும் போது மட்டுமே எந்தவொரு சங்கிலியிலும் அலசி ஆராய் தல் துவக்கப்படுகிறது. ஏற்கனவே சேமித்து வைக்கப்பட் டிருக்கும் தகவல்களை அலசி ஆராய்ந்திடும் நிகழ்ச்சிப்போக்கு இவ்வாறு பிரத்தியேக வெளி நிலைமைகளைச் சார்ந்திருக்கும் படிச் செய்யப்படுகிறது. சம்பந்தமில்லாத தூண்டல்களில் மூளை கவனம் செலுத்தாதபடி இவ்விதம் பாதுகாப்பு செய்யப்

படுகிறது. சுற்றுச்சார்பானது ஏராளமான தூண்டல்களை ஏற்படுத்திய வண்ணமுள்ளது. இத்தூண்டல்கள் எல்லாவற்றுக்கும் மூளை விளைவினை புரிந்தால், ஒருவருடைய செயல்கள் தொடர்பற்றனவாகிவிடும். பொருத்தமற்ற குறியறிவிப்புகளைச் சலித்து ஒதுக்கிவிடும் ஏற்பாடு ஒன்று இருப்பதன் விளைவாய், தேர்வு முறையிலான தேடல் தக்க குறிக்கோள் வழிப்பட்டதாய் அமைய முடிகிறது. மூளை தனது நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள எல்லாத் தகவல்களையும் அலசி ஆராயாது, பொருத்தமான ஒரு சிறு பகுதியினை மட்டுமே அலசி ஆராய்கிறது. ஏற்கனவே நாம் குறிப்பிட்ட ''படி வழியிலான தேடலில்'' அது இறங்குகிறது. சாதாரணமாய் அதன் ''படிகள்'' சரியான திசையில்தான் அமைந்திருக்கின்றன.

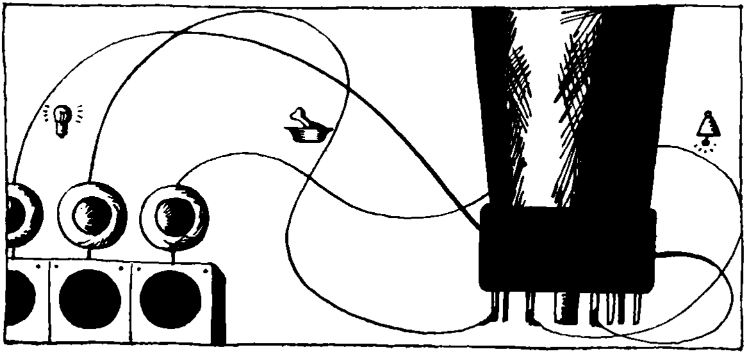
தேர்வு முறையிலான தேடல் உயர்நிலைப் பிராணிகளின் மூளைச் செயற்பாட்டிற்குரிய சிறப்பியல்பாகும். உயர் வளர்ச்சி நிலையைக் குறிக்கும் செம்மை வாய்ந்த இந்த சூட்சுமம் நாய்களிடம் காணப்பட்டிருக்கிறது. இது பறவைகளிடம் அதிகம் காணப்படவில்லை; ஆமைகளிடம் அறவே இல்லை. எலிகள் நவீன மின்னணு இயந்திரங்களைப் போல அவற்றின் நினைவில் சேகரித்து வைக்கப்பட்டிருக்கும் தகவல்கள் அனைத்தையுமே அலசி ஆராய்கின்றன.

''புத்தகத்தின்'' எண்ணும் ''வேண்டல் மனுவில்'' உள்ள எண்ணும் ஒன்றாய் இருக்கும்போது மட்டுந்தான், அதாவது கிளர்ச்சி உண்டாக்கும் இரு அலைகள் ஒருங்கிணைந்து பொருந்தும்போது மட்டுந்தான் மறிவினை துவக்கி வைக்கப்படுவதன் காரணம் என்ன? மூளையின் நரம்பணுக்களில் சில ''இரட்டைக் குழல் துப்பாக்கிகளாய்'' இருந்து, ஒன்றுக்கு இரண்டான நரம்புத் தூண்டல்களால் ஊக்குவிக்கப்படும் போது மட்டுமே செயல்படுகின்றன போலும்.

மூளையானது அதன் நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள தகவல்கள் முழுவதையும் அலசி ஆராயாமல் மிகவும் சிக்கனமான முறையில் சிக்கலான புதிய செயல் ஒழுங்கு முறைகளை உருவாக்கிக் கொள்ள உதவும் ஆல்கரிதங்கள் இவ்வாறு இரு நிபந்தனைகளைப் பூர்த்தி செய்வதன் அடிப்படையில் அமைந்திருந்தாக வேண்டும். ஒரு புறத்தில் இந்த அலசி ஆராய்தல் அல்லது தேடல் வேலைமுறை தேர்வு முறையில் அமைந்ததாகவும் குறிக்கோள் வழிப்பட்டதாகவும் இருத்தல் வேண்டும். மறு புறத்தில், இது குறிப்பிட்ட புற நிலைமைகளுக்கு முற்றிலும் இசைவானதாய் இருத்தல் வேண்டும். இவ்விரு நிபந்தனைகளும் ''இரட்டைக் குழல் துப்பாக்கிகளாய்'' இருக்கும் நரம்பணுக்களை கொண்டமைந்த தனிவகையான உடலியல் சூட்சுமத்தால் பூர்த்தி செய்யப்படுகின்றன.

மூளை தனது செயல்திட்டங்களை வகுத்துக் கொள்வது பற்றிய விதிகளை ஆய்ந்தறிவது நம் முன்னுள்ள பணியில் ஒரு பாதியையே குறிக்கிறது. அடுத்தபடியாய் இவ்விதிகளின் பிரகாரம் இயங்கும் மின்னணு இயந்திரத்தை அமைத்தாக வேண்டும்.

முதன்முதல் நிறுவப்பட்ட கற்றறியும் இயந்திரம் மிகவும் எளிய அமைப்புடையதாய் இருந்தது. ஒரு சிறு அலமாரியின் அளவிலிருந்த இது நூறு மின்னணுக் குழாய்களையே பெற்றிருந்தது. அதன் முகப்புப் பலகையில் வண்ணப் பொத்தான்களும் குறி விளக்குகளும் வரிசை வரிசையாய் இருந்தன. ஆராய்ச்சியாளர் மணியோசை அல்லது உஸ்ஸிடும் நெறியாக்கத் தூண்டலையோ வேறொரு வகை நெறியாக்கத் தூண்டலையோ குறிக்கும் பொத்தான்களை அழுத்தியதும் இயந்திரம் பல்வேறு விளக்குகளைப் பளிச்சிடச் செய்து விளைவினை புரிந்தாக வேண்டும்.



''பயிற்றுவிக்கப்படாத'' இயந்திரம் பயிற்றுவிக்கப் படாத நாயைப் போலத் தாறுமாறுய்ச் செயல்படுகிறது. அது குருட்டாம்போக்கில் விளக்குகளை எரியச் செய்கிறது. பிறகு தக்க பொத்தானை அழுத்தி, குறிப்பிட்ட ஒரு செயல் ''உணவு'' வெகுமதியாய் உறுதியூட்டப்படுகிறது. குருட்டாம்போக்குச் செயல் தொகுப்பு சுற்றேட்டத்திலிருந்து துண்டிக்கப்படுகிறது. ''உணவினுல்'' உறுதியூட்டப்பெற்ற தூண்டலை இயந்திரம் ''மனப்பாடம்'' செய்து கொள்கிறது.

''மத்திய'' மின்னணுக் குழாய்கள் மூலம் ''மனப்பாடம் செய்து கொள்ளும்'' நிகழ்ச்சி நடந்தேறுகிறது. இக்குழாய்களிலுள்ள உட்செல் கால்கள் மூன்றிலும் ஏககாலத்தில் மின்னேட்டம் செல்லும்போது மட்டுமே இந்நிகழ்ச்சி நடந்தேறுகிறது. ஏற்கனவே கூறப்பட்ட உசுப்பு நரம்பணுக்களைப் போல இந்தக் குழாய்கள் செயல்படுகின்றன. ஓர் இணைப்புக் கால் மூலம் ''காது'' வழியிலான (மணியோசையை ஒப்பனை செய்யும் பொத்தான்) தூண்டல் உள்வருகிறது. மற்றென்றின்

மூலம் இயந்திரத்தின் விளைவினையைக் குறிக்கும் வண்ண விளக்கொளியாலான கிளர்ச்சி உள்வருகிறது. மூன்றுவது இணைப்புக் கால் மூலம் ''உணவால்'' உறுதியூட்டும் குறியறிவிப்பு உள்வருகிறது. இந்த இயந்திரத்திடம் தனியே ஒரு நினைவுச் சேமிப்பிடம் கிடையாது. ''நினைவாற்றல்'' மின்னணுக் குழாய்கள் காரணகாரிய அடிப்படையிலான செயல் தொகுப்பில் உள்ளடக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இது உயிருள்ள மூளையைப் பெருமளவுக்கு ஒத்திருக்கிறது.

இந்த இயந்திரம் ஒரேவொரு மறிவினைச் செயலை மட்டுமே செய்ய முடியும். இவ்வகையில் இது வெளிச்சத்தை நோக்கிச் செல்லும் மின்னணு ஆமையைவிடக் ''கூர்மதி'' படைத்ததாயில்லை. இந்த இயந்திரத்தைப் பல புறத் தூண்டல்களிடையே தேர்வாய்வு செய்யும்படிச் செய்வதற்காக ''மத்தியக்'' குழாய்கள் ஒன்றாய் இணைக்கப்பட்டன. இப்பொழுது இவ்வியந்திரம் ''மணியோசைக்கும்'' ''உஸ்ஸிடும் ஒலிக்கும்'' ''விளக்கொளிக்கும்'' வெவ்வேறு விதமாய் விளைவினைகள் புரிய முடிந்தது. இனி கற்றறிவதில் முதனிலையான பரீட்சையாகிய கிளை மறிவினைச் சங்கிலியை உருவாக்கிக் கொள்வதற்கு இது தயாராகிவிட்டது.

பழைய மறிவினைகளுக்குத் தடையுறுத்தலும் முக்கியமானதாகும். ''மணியோசையைக்'' குறிக்கும் பொத்தான் அழுத்தப்படுகிறது. இதற்கு இயந்திரம் புரியும் விளைவினை (சிவப்பு விளக்கு பளிச்சிடுதல்) ''உணவினுல்'' உறுதியூட்டப் பெறவில்லை. இது பன்முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்யப்படுகிறது. இதையொத்த சோதனைகளில் நாய்கள் செய்வது போலவே இந்த இயந்திரமும் குருட்டாம்போக்குச் செயல்கள் புரிந்திடும் நிலைக்குத் திரும்பிவிடுகிறது. அதாவது முகப்புப் பலகையில் விளக்குகள் நெறிமுறையின்றி பளிச்சிடுகின்றன. விளை

வினைகள் உறுதியூட்டப் பெருதபோது குருட்டாம்போக்கில் செயல்படும் தொகுப்புடன் இணைப்பு அமைத்திடும் எண்மானி யினுல் இது செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு இயந்திரம் தான் ''கற்றதை மனத்திலிருந்து கலைத்துவிட்டு'' புதிய பணியை மேற்கொள்ளத் தயாராகிவிடுகிறது.

உள்ளங் கவரும் காட்சி இது. மணிக் கணக்காய் இவ் வியந்திரத்தின் செயற்பாட்டைப் பார்த்துக் கொண்டிருக் கலாம் போலிருக்கும். நாயின் உச்ச நிலைப் புத்திகூர்மையைப் பெறும்படிப் பயிற்றுவிக்கப்பட்ட ஒரு நாயின் செய்கைகளை இவ்வியந்திரம் ஒப்பனை செய்து காட்டுகிறது. (ஆனுல் முதன் முதலில் தயாரிக்கப்பட்ட கற்றறியும் இயந்திரத்தின் புத்தி கூர்மை புரு அல்லது முயலினுடையதையே ஒத்ததாய் இருந்தது.)

மூளையானது நெறியாக்க மறிவினைகளை உருவாக்கிக் கொள்ளும் இந்த இயந்திரத்தை சமுயீல் பிரைனசும் அனத் தோலிய் நப்பால்கவும் வகுத்தளித்த திட்டத்தின்படி பொறி யாளர் வி. ஸ்வெச்சீன்ஸ்கிய் கட்டியமைத்தார். இதுவரை இவ்வியந்திரம் விளக்குகளை விட்டுவிட்டுப் பளிச்சிடச் செய் வதைக் காட்டிலும் பெரிதாய் ஒன்றும் செய்துவிடவில்லை. ஆயினும் கற்றறியும் இயந்திரங்கள் பல தொழில்களில் பயன் படத் தொடங்கும் காலம் தொலைவில் இல்லை. கற்றறியும் இயந்திரத்தைச் சேர்க்கைரப்பரின்உற்பத்தியில் உள்ளடங்கிய நிகழ்ச்சிப்போக்குகளின் இரகசியங்களைக் கண்டறிவதற்குப் பயன்படுத்தத் திட்டமிடப்படுகிறது. இது போன்ற ஒரு இயந்திரம் வெப்பநிலை, அழுத்தம், இரசாயன இயைபு ஆகிய ''தூண்டல்களுக்கு'' விளைவினைபுரியும். சரியான விளைவினையைக் குறிக்கும் உறுதியூட்டும் தூண்டல் இறுதிப் பண்டத்தின் தரத்தாலும் அளவாலும் அளிக்கப்படும். இது போன்ற

ஓர் இயந்திரம் தன் பணிகளை எப்படிச் சமாளிக்குமென்று கூறுவது கடினம். ஏனெனில் அது தானே ஆராய்ச்சி வேலைகளில் இறங்க வேண்டியிருக்கும். பொறியாளர்கள் எல்லாச் சந்தர்ப்பங்களிலும் அதற்கு வழி காட்ட முடியாது. உண்மையில் இது பொறியாளர்கள் பின்பற்ற வேண்டிய பாதையைக் கண்டறிந்து கூற வேண்டியிருக்கும்.

கற்றறியும் இயந்திரங்கள் பல துறைகளிலும் பயன்படுத்தப்படும் என்பதில் ஐயமில்லை. மருத்துவத் துறையிலும் அது பல வழிகளில் பயன்படுத்தப்படும். நூற்றுக் கணக்கான நோய் அறிகுறிகளையும் நோய் நிர்ணயங்களையும் மனப்பாடம் செய்து கொள்ளக்கூடிய, மேலும் அனுபவத்தின் மூலம் கற்றறிந்து கொள்ளக்கூடிய மின்னணு மருத்துவர் விரைவில் தோன்றிவிடுமென எதிர்பார்க்கலாம்.

அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளான நியூவெலும் ஷாவும் சிம்மனும் மூளையானது பிரச்சினைகளுக்கு எப்படி விடை காண்கிறதென்று ஆராய முற்பட்டனர். பிரச்சினைகளுக்கு விடை காணும் மின்னணு இயந்திரத்துக்கான செயல்திட்டத்தை அவர்கள் வகுத்தமைத்தனர். இச்செயல்திட்டத்தின்படி இந்த இயந்திரம் தனது பணிகளைச் செய்து முடிப்பதற்கான சிறந்த வழியை வகுத்துக் கொள்கிறது. முழு அளவிலான தகவல்களோ, ஏற்கனவே தயாராய் வகுத்தமைக்கப் பெற்ற ஆல்கரீதங்களோ இல்லாமலே இத்தகைய இயந்திரம் சரியான முடிவுகளை வந்தடையக் கூடியது. உதாரணமாய், புதுவகைப் பொருள்களின் உற்பத்திக்கு மாறிச் செல்லும் ஓர் ஆலையின் பழைய இயந்திர சாதனங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்வதற்கான சிறந்த வழிகளை நிர்ணயிக்க இந்த இயந்திரத்தை உபயோகிக்கலாம். ஹெலெண்டர், ரோச்சஸ்டர் ஆகிய இரு அமெரிக்கர்களும் வடிவகணிதத் தேற்றங்களை [theorems]

நிரூபித்துக் காட்டுவதில் தனித் தேர்ச்சி பெறும் இயந்திரம் ஒன்றை உருவாக்கியிருக்கிறார்கள்.

கற்றறியும் இயந்திரங்கள் உருவாக்கப்படுவதில் சுவையான துணை விளைவு ஒன்றும் உண்டு. அதாவது, உயிருள்ள சுய ஒழுங்கியக்கி அமைப்புகள் பற்றிய ஆராய்ச்சியானது மேலும் சிறப்பான சைபர்னெத்திய இயந்திரங்களை அமைத்திட இப்பொழுது பயன்படுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

பூனைகளும் செவ்வாய்வாசிகளும்

கற்றறியும் இயந்திரங்களைக் கண்டபின் இனி எதுவுமே என்னைத் திகைப்புறச் செய்ய முடியாதென நினைத்தேன். ஆனால் என்னுடைய நினைப்பு சரியல்ல என்பது விரைவில் தெரியலாயிற்று. மின்னணு இயந்திரங்களின் ஆக்கத் திறன்கள் குறித்து விரிவுரை நடைபெறுவதாக அறிவித்த சுவரொட்டியைப் பார்த்தபோது என் கண்களையே என்னால் நம்ப முடியவில்லை. இச்சுவரொட்டியுடன் கூடவே ஞாயிற்றுக் கிழமைப் பனிச் சறுக்குப் பயணம், வானொலித் தொடர்பாளர்களின் கூட்டம், நடைபெறப் போகும் கருத்தரங்குகள், மற்றும் உயிரியல் கழகத்தின் ஏனைய பல விவகாரங்கள் குறித்தும் கூறிய பல்வேறு அறிவிப்புகளும் காணப்பட்ட போது, இந்த விரிவுரை எனக்கு மேலும் பன்மடங்கு விபரீதமாய்த் தோன்றியது.

''... பயிற்சித் திட்டம் முடிவுற்றதும் இந்த இயந்திரம் பரீட்சைக்குத் தான் தயார் என்பதாய்க் குறியறிவிப்பு தந்தது.'' நான் மண்டபத்தினுள் நுழைந்த போது விரிவுரையாளர் இவ்வாறு கூறிக் கொண்டிருந்தார். ''இந்த இயந்

திரத்தின் புத்திகூர்மையும் அறிவாற்றலும் மெச்சத் தக்க தாய் இருந்தன. சில நேரங்களில் அது கொஞ்சம் கிறுக்குத் தனமாய் நடந்து கொண்டது. அது சில 'தப்பெண்ணங்களை' உருவாக்கிக் கொண்டுவிட்டது. அதன் வேலையைத் தடைப் படுத்திய இந்தத் தடையுறுத்தல்களிடமிருந்து அதன் 'மூளை யை' விடுவிப்பதற்காக நாங்கள் தனி ஒரு துணைச் செயல் திட்டத்தைப் புகுத்த வேண்டியிருந்தது.''

இதைக் கேட்டதும் அங்கு குழுமியிருந்தோரிடையே பர பரப்பு ஏற்பட்டது. இயந்திரத்துக்குங்கூட கிறுக்குப் பிடிக் கலாம் என்று கேட்டு அவர்கள் ஆனந்தப்பட்டுக் கொண் டனர்.

இந்த இயந்திரம் வழக்கமான ''எம்-2'' மின்னணுக் கணிப் பியந்திரம்தான். கண்டிப்பான விதிகளின் பிரகாரம் அமை யாத வழிகளில் தீர்வு காணப்பட வேண்டிய பிரச்சினைகளுக்கு விடைகள் கண்டறிய அதற்குச் செயல்திட்டத்தை வகுத்திடு வதே இச்சோதனையின் உள்ளடக்கம். இத்தகைய பிரச்சினை களுக்கு விடை கண்டறிவதாய்ச் செல்வதைவிட ஊகிக்கப் படுவதாய்ச் சொல்வதே பொருத்தமாயிருக்கும். இது போன்ற ஊகத்தில்தான் இந்தக் கணிப்பியந்திரம் இறங்க வேண்டி யிருந்தது.

குறிப்பிட்ட கணித விதிகளுக்கு ஏற்ப நீள் வரிசையில் அமைந்த எண் கோவைகள் முதலில் இந்த இயந்திரத்திற்கு ஊட்டப்பட்டன. இந்தத் தகவலைக் கொண்டு இதையொத்த பிறிதொரு எண் கோவை வரிசையை அமைப்பதற்குரிய விதிகளை நிர்ணயிப்பதே இந்த இயந்திரத்துக்கு அளிக்கப் பட்ட பணி.

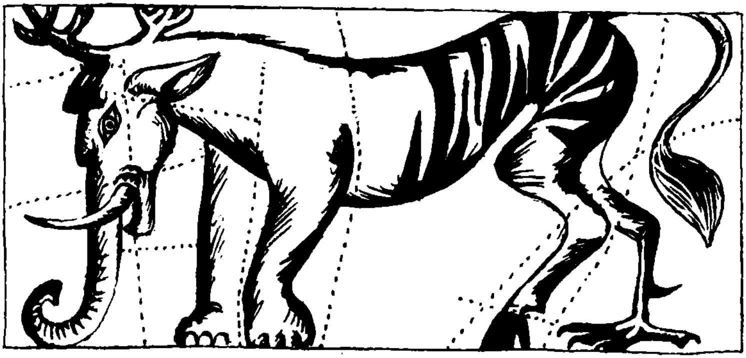
இயந்திரத்தின் ஆக்கத் திறன் என்னும் இந்த அதிவினோதப் பொருள் குறித்து விரிவுரை ஆற்றியவர் இளம் உயிர்பௌதிக

வியலாளரான மிஹயீல் பொன்கர்ட். ''நமது இயந்திரத்தின் நிலை செவ்வாய்வாசி ஒருவர் முதன்முதலாய் பூமிக்கு வந்தால் அவரை எதிர்நோக்கும் நிலையைப் போன்றதாகும். செவ்வாய்வாசிக்கு நமது பௌமிய விவகாரங்கள் குறித்துத் தெரியாது. பூலோக மனிதர்களாகிய நாம்தான் இவற்றை அவருக்கு விளக்கிக் கூறியாக வேண்டும். பல்வேறு பிராணிகளின் புகைப்படங்களை அவரிடம் காட்டுகிறோம். சில பிராணிகளுக்கு நான்கு கால்களும் நீளமான வாலும் இருப்பதையும், வேறு சிலவற்றுக்குக் கொம்புகள் இருப்பதையும், இன்னொன்றுக்கு வரிக் கோடுகள் இருப்பதையும் இன்ன பிறவற்றையும் அவர் காண்கிறார். இவ்வாறு அவர் பல பிராணிகளையும் பற்றித் தெரிந்து கொண்டபின் யானையின் துதிக்கையைக் காட்டியதும் இது எந்தப் பிராணிக்கு உரியதென்பதை அவர் கூறிவிடுவார்.''

இந்த இயந்திரமும் இதே போலத்தான் செயல்படுகிறது. எண்களின் கோவை வரிசைப்படுத்தப்பட்டிருப்பதன் விதியை இவ்வியந்திரம் நிர்ணயித்தாக வேண்டும். முன்கூட்டியே இயந்திரத்தினுள் வைத்தமைக்கப்படாத சில இயல்புகளிலிருந்து அது இதனை நிர்ணயித்தாக வேண்டும். இந்த இயல்புகளைத் தானே அது கண்டுபிடித்துக் கொண்டாக வேண்டும். ஒரு வரியிலுள்ள எல்லா எண்களையும் பரிசீலித்து அவை எவ்வகையைச் சேர்ந்தவை என்பதை, முழு எண்களா பின்னங்களா, நேர் எண்களா மறிநிலை எண்களா என்பதைக் கண்டறிந்து கொள்கிறது. ஒரு வரியைத் தீர்க்கமாய் ஆராய்ந்த பின் அதைப் பற்றி இயந்திரம் ஒரு கருத்தை உருவாக்கிக் கொள்ள முடிகிறது. கொடுக்கப்பட்ட எண் கோவை முதலாவது, இரண்டாவது அல்லது வேறு எந்த வகையைச் சேர்ந்தது என்பதற்கேற்ப இயந்திரம் தனது நினைவுக் களஞ்சியத்

தில் ''பூஜ்யம்'' அல்லது ''ஒன்று'' என்பதாய்ப் பதிவு செய்து கொள்கிறது. ஒவ்வொரு வரித் தொகுதியும் நினைவுக் களஞ்சியத்தில் முப்பது ''பூஜ்யம்'', அல்லது ''ஒன்று'' என்னும் இலக்கங்களால் குறித்துக் கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வழியில் அது அடிப்படையான சிறப்பியல்புகளை நிர்ணயிக்கிறது. ஆகவே பிற எண் வரிசைகள் கோக்கப்பட்டிருப்பதன் விதியை அதனுல் விரைவில் நிர்ணயிக்க முடிகிறது.

பிராணிகளின் அங்க அடையாளங்களில் எவை பூனைக்கோ ஒட்டகத்துக்கோ வேறொரு பிராணிக்கோ உரியவை என்பது செவ்வாய்வாசிக்குத் தெரியாது. பின்னணியில் புதர் தெரியும்படி எடுக்கப்பட்ட பூனையின் புகைப்படத்தைப் பார்த்ததும் ''காதிலிருந்து ஒரு கிளை வளர்ந்திருக்கும் பிராணியே பூனை'' என்பதாய் அவர் முடிவு கட்டிவிடலாம். கிளை வளர்ந்திராத பூனையைப் பார்த்ததும் இது வேறொரு வகைப் பிராணி என்பதாகவே அவர் நினைக்க வேண்டியிருக்கும்.



ஆகவே இந்தச் செவ்வாய்வாசியைப் போலவே நமது இயந்திரமும் ஒன்றுக்குப் பதில் பல இயல்புகளால் வழிகாட்டப்பட வேண்டும். பூனைப் படத்தில் இருந்த புதரைப் போன்ற சம்பந்தமில்லாத இயல்புகள் கவனியாது விட்டொழிக்கப்பட வேண்டும். உதாரணமாய், எண்களின் எல்லா வரிசைகளிலும் பொதுவான ஓர் இயல்பு காணப்படுமாயின், அது தனிச் சிறப்பான அடையாளமாக முடியாதாகையால் இயந்திரம் அதை மனப்பாடம் செய்து கொள்வதில்லை. பயனுள்ள சிறப்பியல்புகளை மட்டுமே அது மனப்பாடம் செய்து கொள்கிறது.

தேவையான அறிவினைத் திரட்டிக் கொண்டுவிட்ட இந்த இயந்திரம் இனி ஆக்கப் பணி புரியக் கூடியதாகிவிடுகிறது. எண் கணிதம் கற்றுத் தரப்பட்டபின் அதனைப் பரீட்சை எழுதச் சொல்லலாம். செவ்வாய்க் கிரகத்திலிருந்துவந்தவரை உபமானமாகக் கொண்டு பேசினால், அவர் பார்த்திராத ஒரு பிராணியை அவரிடம் காட்டி இதனை விவரிக்கும்படிக் கேட்கிறோம். தனக்குத் தெரிந்த பிராணிகளுடன் இதை அவர் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கிறார். அவருடைய சிந்தனை வழி ஏறத்தாழ இவ்வாறுதான் இருக்கும்: ''பூனை, யானை, ஒட்டகம் அல்லது ஓநாயைப் போல இதற்கும் நான்கு கால்கள் இருக்கின்றன; மான் அல்லது ஆட்டைப் போல கொம்புகளும் குதிரையைப் போல குளம்புகளும் உள்ளன. ஆகவே, கொம்புகளும் குளம்புகளுமுடைய நாலு கால் பிராணியே இது.''

இதே முறையில் நமது இயந்திரமும் ஒரு புதிய எண் தொகுதியை எடுத்து ஏற்கனவே தேர்ந்தாய்ந்து வைத்துள்ள மூலப்பிரமாணங்களுடன் வரிவரியாக ஒப்பிட்டு, அதற்கேற்ப ''பூஜ்யம்'' அல்லது ''ஒன்று'' என்பதாய்ப் பதிவு செய்து கொள்கிறது. தேவையான முப்பது இலக்கங்களின் பட்டியல்

தயாரானதும்,இந்தக் குறியீட்டுக் கோவையைத் தன் நினைவில் சேகரித்து வைக்கப் பட்டிருக்கும் முன்மாதிரிகளுடன் ஒப் பிட்டுப் பார்த்து எதனை அது மிகவும் ஒத்திருக்கிறது என்று நிர்ணயம் செய்கிறது. முடிவில் அது இவ்வாறு 'டைப்' செய்கிறது: ''கொடுக்கப்பட்ட எண் தொகுதி எனக்குத் தெரிந்த வர்க்கப் பெருக்கங்களின் கூட்டலைப் பெரிதும் ஒத்திருக்கிறது''.

இந்த இயந்திரம் அதற்குக் காட்டப்படும் எண்களை அப் படியே மனப்பாடம் செய்து கொள்ளவில்லை, அந்த எண்களை ஆளும் கணித விதியின் சிறப்பியல்புகளைத்தான் அது மனப் பாடம் செய்து கொள்கிறது. எனவே இது கருத்தியலான எண்ணங்களை உருவாக்குகிறதென்று சொல்லலாம். நமது செவ்வாய்வாசியுங்கூட தனக்குக் காட்டப்பட்ட புதிய பிராணி என்னவென்று பெயர் குறிப்பிட்டுச் சொல்ல முயல வில்லை; அது எவ்வகைப் பிராணி என்பதை மட்டுமே குறிப் பிட்டார்.

இன்று இயந்திரங்கள் மூன்று செய்மானங்களிலான எளிய எண் கணித விதிகளைக் ''கண்டுபிடிக்கும்'' திறன் பெற் றுள்ளன. இது அற்பமானதல்ல, உதாரணமாய் அண்ட ஈர்ப்பு விதி இரு படியிலும், கெப்ளரின் [Kepler] மூன்ருவது விதி முப்படியிலும் ஆன கணக்குகளே ஆகும்.

''சூரியனைச் சுற்றும் கிரகங்களுடைய இயக்கத்தின் சிறப் பியல்புகளைக் குறிக்கும் எண்களை இது போன்ற ஓர் இயந் திரத்திடம் கொடுங்கள், சில நிமிடங்களில் அது கெப்ளரின் மூன்ருவது விதியைக் கணித்துத் தந்துவிடும்'' என்று மிஹ யீல் பொன்கர்ட் சொல்கிருர். கற்றறியும் இயந்திரங்களுக்கு மேலும் சிறந்த செயல்திட்டங்கள் விரைவில் வகுத்தளித்து இவற்றை ஆராய்ச்சிப் பணிகளில் ஈடுபடச் செய்துவிடலா

மென்று அவர் திடநம்பிக்கை கொண்டிருக்கிருர். இந்த இயந்திரம் தன்னிடமுள்ள அறிவனைத்தையும் பயன்படுத்தியபின் தான் அறிந்ததைவிட மிகவும் சிக்கலான ஒன்றை எதிர்படும் போது, அது ஆராய்ச்சியாளரை வினவ முற்படும். உதாரணமாய் அது''என்னிடமுள்ள விவரங்களிலிருந்து தெரிய வருவது போல விசை மெய்யாகவே நிறைக்கும் வேகத்தின் வர்க்கப் பெருக்கத்துக்கும் நேர் விகிதமானதுதாஞ?'' என்று வினவலாம்.

இது மெய்தான் என்பது உறுதி செய்யப்பட்டதும் இந்த இயந்திரம் தனது ஆராய்ச்சிகளைத் தொடர்ந்து நடத்திச் செல்ல முடியும். அது மட்டுமல்ல, புதிதாய்க் கிடைத்த தகவல்களை அது மனப்பாடம் செய்துகொண்டுவிடும், கற்க வேண்டிய பாடங்களைக் கற்றுக் கொண்டுவிடும். இதன் விளைவு துவக்கச் செயல்திட்டத்துடன் புதிய விவரங்கள் சேர்ப்பதை ஒத்ததாய் இருக்கும். இது ஆராய்ச்சியாளர் செய்வதாய் இல்லாமல், இயந்திரமே செய்து கொள்வதாய் இருப்பதால், இவ்வியந்திரத்தைச் செயல்திட்டம் வகுத்துக் கொள்ளும் இயந்திரமாகவே அழைக்க வேண்டும். தாஞகவே செயல்திட்டம் வகுத்துக் கொண்டுவிடும் இந்தப் பண்பானது, கற்றறியும் இயந்திரங்களை உயிருள்ள மூளையை மேலும் அதிக அளவுக்கு ஒத்ததாகச் செய்துவிடுகிறது.

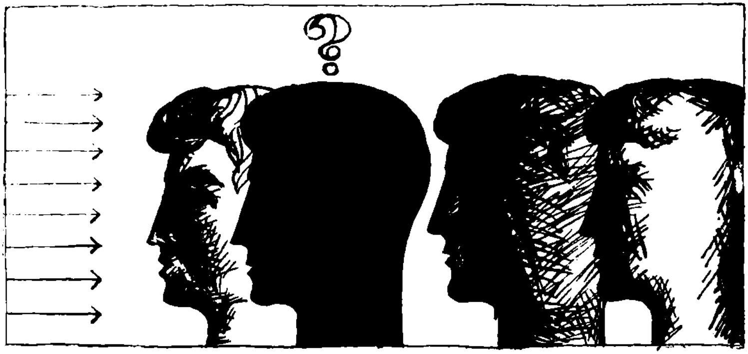
இந்தச் செவ்வாய்வாசி (வேண்டுமாஞல் இயந்திரம் என்று வைத்துக் கொள்ளுங்களேன்) அவ்வளவாய் விஞ்ஞானஆராய்ச்சியாளராய்ச் செயல்படவில்லை; நாமறிந்த ஒருவரின் முகத்தைக் கருநிழலுருவில் அடையாளம் தெரிந்து கொள்வது போல சில பிரதான இயல்புகளிலிருந்து ஒன்றைப் பூரணமாய்க் கண்டறிந்து கொள்ள முயலுகிறவராகவே செயல்படுகிறது. அதாவது அது பிரதானமாய் மூளையின் கட்புலன்

பிரிவின் செயல்களைத் தானும் செய்ய முயலுகிறது.

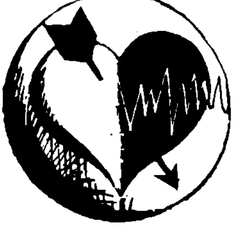
இதனால் ஒரு புதிய அம்சம் புகுத்தப்படுகிறது. அதாவது இயந்திரங்களால் ''சிந்திக்கும்'' திறனைப் பெற முடியுமா என்ற கேள்வியை எழுப்புமுன், அவற்றுக்குப் ''புலனறிவு'' உண்டா என்பதைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டுமென்பதைக் காண்கிறோம்.

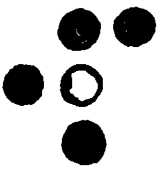
இயந்திரங்களின் புலனறிவு





மூளையினுள் தொலைக்காட்சி





கண் பார்க்கிறது, காது கேட்கிறது, மூக்கு முகர்கிறது என்பதாய்ப் பலரும் நினைக்கிறார்கள். இது நமது புலனறிவு ஆற்றல் குறித்து நிலவும் மிகத் தவறான கருத்துக்களில் ஒன்று. நமது புலன் உறுப்புக்கள் சுற்றுச்சார்பு தோற்றுவிக்கும் தூண்டல்களை ஏற்றுக் கொள்வதற்காக அமைந்த ஏற்பிகளே யன்றி வேறல்ல. ஒளி நிறமாலையின் புலனாகும் பகுதிக்குரிய அலை நீளங்களிலான மின்காந்த அலைகளை நமது கண்கள் கண்டுணர்ந்து கொள்கின்றன; குறிப்பிட்ட அதிர்வு எண்களுக்கும் பரிமாணத்துக்குமுட்பட்ட காற்று அதிர்வுகளைக் காதுகள் கண்டுணர்ந்து

கொள்கின்றன. ஆனால் கண்கள் ''பார்ப்பதில்லை''; காதுகள் ''கேட்பதில்லை''. உள்வரும் குறியறிவிப்புகளை நரம்புத் தூண்டல்களாகப் பெயர்த்திட்டு அவற்றை உள்ளே அனுப்பி வைப்பதே நமது புலன் உறுப்புக்கள் ஆற்றும் பணி.

ஒளி, ஒலி, இன்னபிற புறத் தூண்டல்கள் மூளைப்புறணி யில் அவையவற்றுக்குமுரிய பிரிவுகளால்—அதாவது கட் புலன், செவிப்புலன், ஊறுணர்வு, சுவையுணர்வு, மண நுகர்வு முதலான பிரிவுகளால்—கண்டறியப்படுகின்றன. உடலின் புலன் உறுப்புக்கள் மூளையின் ஏற்பிகளாய்ச் செயல்பட்டு, சுற்றிலுமுள்ள உலகில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிகள் குறித்து மூளைக்குத் தகவல் அளிக்கின்றன. நூறாண்டுகளுக்கு முன்பு சேச்செனவ் கூறியது போல, ''புற உலகினுள் செலுத்தப் படும் நமது உணர்க்கொம்புகளே'' இவ்வுறுப்புக்கள்.

நமது உடலின் ஏற்பிகளில் ஒளியை உணர்த்துபவையே மிகவும் நன்கு ஆராயப்பட்டுள்ளன. கண்ணின் ஆதார உயிர ணுக்களாகிய விழித்திரையின் ''கோல்களும்'' ''கூம்புகளும்'' ஒளிமின்கலன்களாய் [photoelectric cells] செயல்பட்டு, ஒளியை மின்விசையாய் மாற்றுவதாய் நெடுங் காலமாய்க் கருதப்பட்டு வந்தது. பிற்பாடு இவை ஒளி உணர்வுடைய அரைக்கடத்தி கள் போன்றவையாகும் என்ற கருத்து முன்வைக்கப்பட்டது. இது எப்படி ஆயினும், தம்மீது விழும் ஒளியை நரம்புத் தூண் டல்களாய் மாற்றுவதே இவற்றின் பிரதான பணியாகும்.

நரம்பிழைக் கற்றைகளாலான கட்புலன் நரம்பு ஒவ் வொரு கண்ணின் ஒளியுணர்வு படைத்த விழித்திரையிலிருந் தும் மூளையின் பின்புறத்தில் பின்பக்க மடிப்புச் சுருள் எனப் படுவதற்கு அருகே அமைந்த கட்புலன் மையத்துக்குச் செல் கிறது. இது மூளையின் 17ஆவது மண்டலமாகக் குறிக்கப்

படுகிறது. விழித்திரையில் விழும் காட்சிப் பிம்பம் இம்மண்டலத்துக்குத்தான் செலுத்தப்படுகிறது. இம்மண்டலம் பழுதாகிவிட்டால், கட்புலன் நரம்பும் கண்களும் நன்ருயிருந்த போதிலும், கண் தெரியாது. புறணிக்குச் செல்லும் கட்புலன் நரம்பு புறணியடிப் பகுதியின் வழியே செல்கிறது. புறணியடிப் பகுதியிலும் கட்புலன் மையம் ஒன்று இருக்கிறது. இம் மையத்தில் கட்புலன் தாலமசும் குவாட்ரிஜெமினல் அங்கமும், பக்கவாட்டு கெனிக்குலேட் அங்கமும் உள்ளன. கட்புலன் தாலமஸ், குவாட்ரிஜெமினல் அங்கம் இவை கண் தசை நார்களை இயக்கும் புறணி மண்டலங்களுக்குத் தூண்டல்களை அனுப்பி வைக்கின்றன. இவை சுய ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமமாய் இயங்கி நாம் விரும்பினுலும் விரும்பாவிட்டாலும் விழிக் கோளங்களை ஒளியை நோக்கித் திருப்புகின்றன. மேலும் இது இரு கண்களையும் பார்வைக்கு ஏற்ற சிறந்த கோணத்தில் இருக்கச் செய்கின்றன; கண்ணின் படிகவில்லைகளை ஒழுங்கு செய்கின்றன; கண் பாவைகளை விரியவோ சுருங்கவோ செய்கின்றன. கெனிக்குலேட் அங்கம் விழித்திரைக்கும் மூளைப் புறணிக்கும் இடையிலுள்ள இடை நிலையமாகும்; இதன் வேலை என்னவென்பது இன்னும் தெளிவாய்த் தெரியவில்லை.

இவ்விதம் நமது கட்புலன் அமைப்பு பிம்பங்களை (அல்லது பிம்பங்களைப் பற்றிய தகவல்களை எனலாம்) பெற்றுக் கொள்வதற்காகவும் அனுப்பி வைப்பதற்காகவும் புனையப்பட்ட சிக்கலான ஓர் அமைப்பாகும். இவ்வழியில் அது ஒரு தொலைகாட்சி அமைப்பை, உங்கள் அறையிலுள்ள தொலைக்காட்சிப் பெட்டிக்குப் பிம்பத்தைக் கொண்டுவந்து காட்டும் அமைப்பை ஒத்ததாகும்.

''மூளையினுள் தொலைக்காட்சியா? முடியாத காரியம்!'' என்பதாய்ச் சந்தேகவாதிகள் சொல்வார்கள்.

நானுங்கூட முதலில் சந்தேகப்படத்தான் செய்தேன். அந்த அளவுக்கு இது நம்ப முடியாததாய் இருந்தது. இருப்பினும் இந்த ஒப்புமை நியாயமானதே. உயிருள்ள கட்புலன் அமைப்புகளில் பிம்பம் அனுப்பி வைக்கப்படுவதற்குரிய ஏற்பாட்டை உடலியலாளர்கள் சைபர்னெத்தியக் கண்கொண்டு ஆராய்ந்தபோது அவர்கள் சுவையான பல விவரங்களைக் கண்டுபிடித்தனர்.

முதலாவதாக, பொருள்களின் பிம்பங்களைக் கண் தொடர்ச்சியாய் ஓடும் அருவியாக மூளைக்கு அனுப்பவில்லை என்று அவர்கள் கண்டனர். திரைப்படக் காட்சி அல்லது தொலைக் காட்சி போல, நமது கண் பிம்பத்தைப் பல தனித் தோற்றங்களாகப் பிரித்து, மூளை இவற்றிலிருந்து தொடர்ச்சியான சித்திரத்தைப் பெறும்படி போதிய வேகத்தில் இவற்றை மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கிறது.

பிம்பத்தைக் கால அளவில் பிரித்திடுவதோடு, பிரகாசத்துக்கு ஏற்பவும் கண் அதைப் பிரித்திடுகிறது. பளிச்சிடும் புள்ளிகளாலும் இருண்ட புள்ளிகளாலுமான ஓர் ஒட்டமைவு விழித்திரையில் உருவாகிறது. காணப்படும் பொருள்களின் ஒளிர்வு அளவு குறித்து இப்புள்ளிகளைக் கொண்டு கண்ணனது மூளைக்கு அறிவிக்க முடிகிறது.

தொலைக்காட்சியில் தெரியும் பிம்பத்தின் விவரங்களும் ஒளிர்வுச் செறிவில் வேறுபடுகின்றன. அனுப்பப்படும் தகவல் சித்திரத்தின்ஒவ்வொரு அலகின் ஒளிர்வையும் தெரிவிக்கிறது. நமது கட்புலன் கருவியும் இத்துறையில் தொலைக்காட்சியை முற்றிலும் ஒத்திருப்பதாய், அதாவது ஒவ்வொரு "கோலும்" "கூம்பும்" தனித்தனியே தமது காட்சி உணர்வுகளை அனுப்பி வைப்பதாய்க் கொள்வோம். அப்பொழுது ஒரு தோற்றத்தை மூளைக்கு அனுப்பத் தேவைப்படும் நேரத்தில்

— அதாவது விநாடியில் பத்தில் ஒரு பங்கில்— பிம்பத்தில் ஒளிர்வு வேறுபாடுகளைப் பற்றித் தெரிவிக்கும் பத்துலட்சம் செய்திகள் கட்புலன் நரம்பு மூலம் செல்ல வேண்டியிருக்கும். கட்புலன் நரம்பு சுமார் பத்துலட்சம் இழைகளால் ஆனது. ஒரு சில நிமிடங்களுக்குள் மூளையின் முழுக் கொள்திறனுக்கும், அதிலுள்ள 1,400 கோடி நரம்பணுக்கள் பூராவும் கட்புலன் தகவலால் நிரப்பப்பட்டுவிடும். ''மூளையின் தொலைக்காட்சி'' இவ்விதம் செயல்பட முடியுமென நினைக்க முடியாது.

கண்ணுனது தொலைக்காட்சியைப் போல் காட்சிப் பிம்பத்தை ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்துக்கு அப்படியே அனுப்பி வைப்பதில்லை என்பது தெளிவுபடுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அது காட்சிப் பிம்பங்களைச் சலித்து மூளைக்கு அனுப்புவதற்கு உகந்த அவசியத் தகவலைப் பிரித்தெடுக்கிறது.

கட்புலன் நரம்பின் இழைகள் தனித்தனி ''கோல்களுடனோ'' ''கூம்புகளுடனோ'' இணைந்திருக்கவில்லை. இது சாத்தியமானதல்ல, ஏனெனில் கண்ணில் ஒளியுணர்வுள்ள நுண்பொறிகள் சுமார் 13 கோடி வரை உள்ளன; ஆனால் நரம்பு இழைகள் ஏறத்தாழ பத்துலட்சம்தான் இருக்கின்றன. ''கோல்களும்'' ''கூம்புகளும்'' தொகுதிகளாய்ச் சேர்ந்திருக்கின்றன. இத்தொகுதிகள் இடைநிலை உயிரணுக்களின் இரு கோவைகளால்கட்புலன் நரம்பிழையுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. சுமார் நூறு கோல்கள் சேர்ந்து 17 இருதுருவ நரம்பணுக்கள் அடங்கிய ஒரு கோவையுடன் இணைந்திருக்கின்றன. இந்தக் கோவைகள் விழித்திரை முடிச்சு நரம்பணுவுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த முடிச்சு கட்புலன் செய்திகளை மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கிறது. ''கூம்புகள்'' இன்னும் அதிக அளவு''சுயேச்சை நிலை''பெற்றவை. ஒவ்வொரு ''கூம்பும்'' சாதாரணமாய் மூன்று இருதுருவ உயிரணுக்களுடனும்

இரண்டு நரம்பு முடிச்சுகளுடனும் இணைந்திருக்கிறது.

ஏற்பிகளுக்கும் நரம்பு இழைக்கும் இடையில் இருக்கும் இந்த இடைநிலை உயிரணுக்கள் சேமக்கலங்களாய்ச் செயல் படுவதாய்த் தெரிகிறது. ''கோல்கள்'' பலவீனமான ஏற்பி களாகும். மூளைக்கு ஒரேவொரு செய்தியை அனுப்புவதற்கு குறைந்தது நூறு ''கோல்கள்'' சேர்ந்து சேகரிக்க வேண் டும். ஆனால் ''கூம்புகள்'' மிகுந்த உணர்வு படைத்தவை. பலவீனமான ஒரு தூண்டல்கூட சக்தி வாய்ந்த குறியறி விப்பை உண்டாக்கிவிடுகிறது. இதை எடுத்துச் செல்ல பல நரம்பு இழைகள் வேண்டியதாகிவிடுகிறது. ''சேமக்கலங் கள்'' இவ்விதம் இரு வகையான பணிகளைச் செய்கின்றன. பல ஏற்பிகளிடமிருந்தும் வரும் செய்திகளிலிருந்து பயனுள்ள தகவலை அவை சலித்தெடுக்கின்றன. அதே சமயத்தில், அவை சம்பந்தமில்லாத குறியறிவிப்புகள் போக்குவரத்துப் பாதை யினுள் நுழைய முடியாதபடி தடுத்துவிடுகின்றன. பொறி யாளர் கூறுவது போல் ''இரைச்சலை அடக்குவதும் வடிகட்டு வதுமே'' இவற்றின் பணி.

நமது கட்புலன் அமைப்பின் செயற் சுழல் நேரம் விநா டியில் பத்தில் ஒரு பங்காகும். இந்த நேரத்தைக்'' கோல்களிட மிருந்தும்'' ''கூம்புகளிடமிருந்தும்'' நரம்பு முடிச்சு செய்தி களைச் சேகரிப்பதற்கு ஆகும் குறைந்தபட்ச நேரமாகக் கூற லாம். நமது கட்புலன் அமைப்பு தொலைக்காட்சியைக் காட் டிலும் திறம் படைத்ததென்பது விளங்குகிறது. கட்புலன் அமைப்பின் தகவல் பாதைகளில் நெரிசல் அவ்வளவாய் இல்லை என்பதும், அதேபோதில் குறைந்த நேரத்தில் அவை அதிகப்படியான தகவலை எடுத்துச் செல்கின்றன என்பதும் தெரிகிறது. தவிரவும் கட்புலன் அமைப்பு பிம்பத்தைத் தொடர்ந்து முழு மொத்தமாய் அனுப்பிக் கொண்டிருக்க

வில்லை, ஒரு தோற்றத்தில் ஏற்படும் மாறுதல்களை மட்டுமே சுட்டிக்காட்டி வருகிறது. ஒளிக் குறியறிவிப்புகளை நரம்புத் தூண்டல்களாய் மாற்றிடும் நரம்பணுக்களும், காட்சிப் பிம் பத்தில் ஏற்படக் கூடிய மாறுதல்களை முன்கூட்டியே உணரும் திறனுடையனவாகும்.

மூல பிம்பத்துக்கான ''திருத்தங்களை'' மட்டும் அனுப்பி வைக்கக்கூடிய தொலைக்காட்சித் தொகுதியை அமைத்திடு வது குறித்து பொறியாளர்கள் இன்று விவாதித்து வருகிறார் கள். மேலும், மாறுதல்கள் மெய்யாகவே ஏற்படும் வரை காத்திருப்பதற்குப் பதிலாய், முன்கூட்டியே அவற்றைக் ''கணித்துக் கொள்வதற்கு'' ஏற்பாடு செய்யலாமென்று கூறுகிறார்கள். ஆனால் இயற்கையானது வருவது அறிந்து செயல்படும் இந்த முறையை வெகு காலத்துக்கு முன்பிருந்தே கையாண்டு வருகிறது. காட்சி பிம்பத்தின் அடிப்படைத் தகவலை எடுத்துச் செல்லும் அலகுகளாய் அதைப் பகுத்திடு வதன் மூலம் இது செய்யப்படுகிறது. இவ்வலகுகளில் முக்கிய மானவை இருண்ட மண்டலத்துக்கும் ஒளி மண்டலத்துக்கு முள்ள வரம்புகளாகும். மாறாமல் ஒரே சீராயுள்ள ஒளிப் பிழம்புக்குக் கண் விளைவினை புரிவதில்லை; ஒளிர்வில் ஏற்படும் மாறுதல்களுக்குத்தான் அது விளைவினை புரிகிறது. அலகின் நடுவே ஒளிர்வு அதிகம் மாறுவதில்லை, ஆகவே இங்கிருந்து நரம்புத் தூண்டல்கள் உண்டாக்கப்படுவதில்லை. ஆனால் ஒரே புள்ளியை ஒருவர் உற்றுப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் போதும் கண் சிறிதளவு அசைகிறது. அதனால் அலகுகளுடைய வரம்புகள் இடையறாது அலைவுறுகின்றன. அப்பொழுது இங் குள்ள ''கோல்களும்'' ''கூம்புகளும்'' பிம்பத்தின் இருண்ட பகுதிகளிடமிருந்தும் ஒளிப் பகுதிகளிடமிருந்தும் மாறிமாறி தூண்டல்கள் பெறுகின்றன. இந்த ஏற்பிகளிடமிருந்துதான்

நரம்புத் தூண்டல்கள் மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. காட்சி பிம்பத்தின் உருவரைகளையும் பிரத்தியேக விவரங்களையும்—அதாவது பிம்பத்தில் மாறுதல்கள் அதிக அளவுக்கு ஏற்படக் கூடிய அலகுகளை—இவ்வழியில் கண் தனியே பிரித்துக் கொண்டுவிடுகிறது.

ஒரு பிம்பத்தைப் பற்றிய அடிப்படைத் தகவல் அதன் உருவரைகளிலேயே காணப்பட்டுவிடுகிற வரையில், கண்ணானது பொருளின் பொதுவான உருவரைகளை மட்டுமே மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கிறது என்று அனுமானிக்கலாம். காட்சி பிம்பத்தைப் பற்றிய தகவல் இதைக் காட்டிலும் குறுகலான வரம்புகளுக்குள் அடங்கிவிடுவதாகவும் இருக்கலாம்.

பிம்பத்தில் ஒரு புள்ளியின் ஒளிர்வில் ஏற்படக் கூடிய மாற்றங்களை முன்கூட்டியே எதிர்பார்ப்பதைக் காட்டிலும் சிக்கலான வழியில் வருவது அறிந்துரைக்கும் முறையினை நமது கட்புலன் அமைப்பு கையாளுகிறது என்பதற்கு அறிகுறிகள் காணப்படுகின்றன. தெளிவான உருவரைகளிலிருந்து அரைகுறையான உருவரைகள் ''கழிக்கப்பட்டு'', இந்த வேறுபாடு குறித்த தகவல் மட்டுமே மூளைக்கு அனுப்பப்படுகிறது என்பதாகவும் ஒரு கருத்து முன்வைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

காட்சி பிம்பத்தின் ஒவ்வொரு அலகுக்குமுரிய நரம்பணுவும் இழையும் உள்ளன. ஆகவே மூளையால் தன்னை வந்தடையும் செய்திகள் எங்கிருந்து வருகின்றன என்பதை எப்பொழுதும் கண்டு கொள்ள முடிகிறது. காட்சி பிம்பத்தில் உண்டாகும் மாறுதல்கள் ஒரு குறிக்கோவையின் மூலமாய் அறிவிக்கப்படுகின்றன. நரம்புத் தூண்டல் தொடரில் அடங்கியுள்ள தூண்டல்களின் எண்ணிக்கை இந்தக் குறிக்கோவை

யாக அமையக் கூடும். இயந்திரத் துப்பாக்கி ஒரு பாட்டம் குண்டுகளைப் படபடவெனச் சுடுவது போன்றதாகும் இது. ஒரு தூண்டல் தொடர் நீண்டதாகவோ குறுகியதாகவோ இருக்கலாம்; தூண்டல்களுக்கு இடைப்பட்ட இடைநேரம் நீண்டதாகவோ குறுகியதாகவோ இருக்கலாம்; தவிரவும் தூண்டல்களின் எண்ணிக்கையும் அதிகமாகவோ குறைவாக வோ இருக்கலாம். இந்தக் குறிக்கோவைப் புதிர் இன்னும் விடுவிக்கப்பட்டாகவில்லை. ஆனால் நரம்புத் தூண்டல்களின் எண்ணிக்கையையும், தூண்டல்களுக்கிடையிலான இடை நேரங்களையும், தூண்டல்களின் ஒவ்வொரு தொடருக்கு முரிய காலத்தையும் மாற்றுவதன் மூலம்தான் கண் தன் னுடைய செய்திகளை மூளைக்குத் தெரிவிக்கிறதென்று பெரு வாரியான ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஒத்துக் கொள்கிறார்கள்.

கண்களிலிருந்து வரும் ஒவ்வொரு நரம்புப் பாதையும் ஐந்து, ஆறு இழைகளாய்ப் பிரிந்து கெனிக்குலேட் அங்கத் தின் உயிரணுக்களுடன் இணைகிறது. கெனிக்குலேட் அங்கத் தைக் கடந்து செல்லும்போது குறியறிவிப்புகள் கணிசமான மாற்றங்களுக்கு உள்ளாகின்றன. குறிக்கோவை மேலும் நுட்பநயமுடையதாக்கப்பட்டு, குறுகத் தரிக்கப்பட்டு, குறுகலான இடத்துள் அடக்கிவிடப்படுகிறது. இரண்டாந்தர முக்கியத்துவமுள்ள செய்திகள் வழிமறிக்கப்படுகின்றன; அத் தியாவசியத் தகவலுக்கு மட்டுமே மேலும் தொடர்ந்து செல்ல வழிவிடப்படுகிறது. குறைந்த அளவிலான நரம்பு இழை கள்தான் கெனிக்குலேட் அங்கத்திலிருந்து வெளிச் செல் கின்றன. அவை கட்புலன் பிரிவின் 17ஆவது மண்டலத்தை அடைந்து அங்கே மிக மெல்லிய கிளைகளாய்ப் பிரிகின்றன. ஒவ்வொரு நரம்பிழையும் சுமார் 5,000 மூளை நரம்பணுக் களுடன் இணைகிறது. ஒவ்வொரு நரம்பணுவும் அதன்

அருகாமையிலுள்ள பல்லாயிரக் கணக்கான நரம்பணுக் களிடமிருந்து குறியறிவிப்புகளைப் பெற முடியும் என்பதை நினைவில் வைத்துக் கொள்ளுங்கள்.

காட்சி பிம்பத்தைப் பெற்றுக் கொள்ளும் நரம்பணுக் களின் எண்ணிக்கை பிம்பத்தைச் சேகரித்தெடுக்கும் நரம் பணுக்களின் எண்ணிக்கைக்குக் குறைவானதல்ல. இங்கு பிம்பம் அதன் முழு விவரத்திலும் பிரதிபலிக்கப்படுகிறது என்பதே இதன் பொருள்.

இப்பொழுது நாம் நமது ''மூளைத் தொலைக்காட்சியின்'' மிகவும் சுவையான, ஆனால் அதிகம் தெரியாத பகுதியான அதன் ''படத்திரையை'' வந்தடைகிறோம்.

திரைக்குப் பின்னால்

குறிப்பாய் எதைப்பற்றியும் சிந்திக்காமல் ஏதோ நினைத்த படி தெருவிலே நடந்துசெல்கிறீர்கள். சற்று தொலைவில்நீங்கள் அறிந்தவர் ஒருவர் பக்கத்துத் தெருவிலிருந்து தோன்றி உங்கள் பாதையைக் கடக்கிறார்.

அவருடைய உருவம் கணப் பொழுதுக்கே உங்கள் பார் வையில் படுகிறது. இருந்த போதிலும் அவர் உங்களுடைய நண்பர் என்பதில் துளியும் சந்தேகமின்றி ''மணி (அல்லது சாமி அல்லது துரை)!'' என்று பலக்கக் கூவி அவரை அழைக் கிறீர்கள். அவருடைய நடை அல்லது குனிந்த உருவத்தைக் கண்டதுமே அவரை அடையாளம் தெரிந்து கொண்டுவிடு கிறீர்கள். கண்ணில் தெரிந்தது மனத்தில் பதியும் முன்பே ''அதே போகிறார் என் நண்பர்'' என்று உங்கள் மூளை உங்களுக்குத் தெரிவித்துவிடுகிறது.

நமக்குத் தெரியாதவர்களின் கூட்டத்தில் நமக்குத் தெரிந்த முகத்தை எப்படி நாம் அடையாளம் தெரிந்து கொள்கிறோம்? அறிமுகமானவரின் பிம்பம் நம் மனத்தில் எப்படிப் பதிகிறது? ஆடவரின் சாயலுக்கும் பெண்டிரின் சாயலுக்குமுள்ள வேறுபாடு என்ன?

இந்தக் கேள்விகளை உடலியலாளர்களிடம் கேட்டுப் பயனில்லை. கட்புலன் அமைப்பு எப்படிச் செயல்படுகிறது, காட்சி பிம்பங்களை (அல்லது பல்வேறு பிம்பங்களையும் பற்றிய செய்திகளை என்று சொல்வதே பொருத்தமாயிருக்கும்) எப்படி ''பெற்றுக் கொள்கிறது'', எப்படி ''அனுப்பி வைக்கிறது'' என்பனவற்றையே அவர்களால் சொல்ல முடியும். ஆனால் மூளை இந்தக் குறிச் செய்திகளை எப்படி குறி நீக்கிப் புரிந்து கொள்கிறது?

கண்களிடமிருந்து மூளைக்கு வருகிற வழியில் காட்சித் தகவல் பலவிதமான மாற்றங்களுக்கும் உள்ளாவது தெரிய வரும் முன்பெல்லாம் கட்புலன் மையம் தகவல் அலமாரி போன்றதாகும் என்றும், விழித்திரையின் ஏற்பிகள் அனுப்பி வைக்கும் காட்சி பிம்ப அலகுகள் யாவும் அவற்றுக்குரிய ''அறைகளில்'' அடுக்கிவைக்கப்படுவதாகவும் கருதப்பட்டது. இது மட்டுமீறிய அளவுக்கு எளிமையாக்கிவிடுவதாகும் என்பது இப்பொழுது நமக்குத் தெரிகிறது. ஆனால் மூளை அதற்கு அனுப்பப்படும் பிம்பங்களை எப்படி அறிந்து கொள்கிறது என்பது நமக்கு இன்னமும் புரியாத புதிராகவே இருக்கிறது. ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டறிந்து விளக்க முயலும் மர்மங்களில் ஒன்றாகும் இது.

மூளையில் நடைபெறும் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை மின்மூளை நெளிவரைப் படங்களின் துணை கொண்டு புரிந்து கொள்ள முயல்வது இதற்குரிய இயற்கையான ஒரு வழியாகும். ஒருவர்

மூளை வேலையில் ஈடுபடுகையில் மூளையின் மின் செயற்பாடு அதிகரித்துவிடுகிறது; அவர் தூங்கும்போது குறைந்து விடுகிறது. அவருடைய ''மூளை அலைகள்'' அவர் கணக்குப் போடுகையில் ஒரு விதமாகவும், திரைப்படம் பார்க்கையில் வேறொரு விதமாகவும் இருக்கின்றன. தவிரவும் இந்தச் சந்தங்கள் செறிவினால் மட்டுமின்றி, அவை உதித்தெழும் இடத்தாலும் மாறுபடுவதைக் காண்கிறோம். இதை நான் ஒரு தனிவகைக் கருவியின் கண்ணாடித் திரையில் கண்ணுற்றேன். மண்டைமேல் தோலுடன் இணைக்கப்பட்ட ஐம்பது மின்வாய்கள் திரையில் ஐம்பது ஒளிப் புள்ளிகளைத் தோன்றச் செய்தன. சோதிக்கப்பட்டவர் எதைப் பற்றியும் சிந்திக்காது அமைதியாய் உட்கார்ந்திருந்த வரை இப்புள்ளிகள் அனேகமாய்ச் சீராகவே பளிச்சிட்டுக் கொண்டிருந்தன. பிறகு அவரிடம் காகிதத்தையும் பென்சிலையும் கொடுத்து கணக்குப் போடச் சொன்னதும். வெளிச்சமும் இருளுமான புள்ளிகளால் ஆகிய இடையறாது மாறும் விநோத வகை காட்சி திரையில் தெரிந்தது.

நெற்றிக்குரிய இடத்தில் பிரகாசமாய்ப் பளிச்சிட்ட புள்ளி பிரதான ''சிந்தனை ஆலையைக்'' குறிப்பிடுவதாய்த் தோன்றிற்று. மூளையின் மின்னாற்றலில் பெரும் பகுதியை இது தனக்குச் செலவிட்டுக் கொண்டது; பக்கத்திலுள்ள ''துணை ஆலைகள்'' தமது மின்னாற்றலை இந்தப் பிரதான ஆலைக்குக் கொடுத்து உதவினால் எப்படியோ அப்படி தற்காலிக இருளில் மூழ்கியிருந்தன. மூளையின் மின் சந்தங்களின் படம் தனித்தன்மை வாய்ந்தது, இடையறாது மாறிக் கொண்டிருப்பது. இதனை ஆராய்ந்தறிவது மிகக் கடினம். எனினும் மூளைச் சந்தங்களில் ஏற்படும் மாற்றங்கள் தெளிவான விதிகளுக்கு ஏற்ப அமைந்தவை என்பது அறியப்பட்டிருக்கிறது.

மிகவும் எடுப்பான சந்தங்கள் விநாடிக்குச் சுமார் பத்து அதிர்வு உடையவை. பின்தலையில், அதாவது கட்புலன் மையம் இருக்கும் இடத்தில் இவை மிகவும் சிறப்பாய்க் காணப் படுகின்றன. சோதனை செய்யப்படுகிறவர் தூங்கும்போதும் அவர் எதிலும் கவனமின்றி எங்கோ பார்த்துக் கொண்டிருக் கும்போதும்இந்தஅதிவேகச் சந்தங்கள் மறைந்துவிடுகின்றன. அவர் எதையும் ஊன்றிக் கவனிக்கையிலும் ஆராய்கையிலும் இவை மிகவும் எடுப்பாய்த் தெரிகின்றன. இந்தச் சந்தங்கள் கட்புலனுடன், காட்சி பிம்பங்களை மூளை கண்டறிந்து கொள்வதுடன் ஏதேனும் ஒரு வழியில் தொடர்பு கொண்ட வையாக இருக்க வேண்டுமென்று நியாயமாகவே முடிவு செய்யப்பட்டது. பெயர்பெற்ற மின்னனு ''ஆமைகளை'' உருவாக்கியவரான ஆங்கிலேய உடலியலாளர் கிரே வால்டர் [W. Grey Walter] ஒரு கருதுகோளை முன்வைத்தார். விழித் திரையில் தெரியும் காட்சி பிம்பங்கள் கட்புலன் மையத்துக்கு அனுப்பி வைக்கப்படுவது நமக்குத் தெரிந்ததே. ஆனால் அங்கு அவை பதித்து வைக்கப்படவில்லை—ஏதோ ஒரு வழியில் மூளையின் கோடிக் கணக்கான பிற உயிரணுக்களுக்குப் பரப்பப்பட்டுவிடுகின்றன.

வழக்கமான முறையில் நரம்பிழைகளைக் கொண்டுஅனுப்பி வைப்பதன் மூலம் இது நடைபெறக் கூடியதல்ல. ''ஏனெ னில் மூளைப் புறணியின் பத்து லட்சக் கணக்கான கட்புலன் அலகுகளுக்கும் மூளையின் ஏனைய பல்லாயிரங்கோடி அலகு களுக்கும் நேரடியான நரம்புவழித் தொடர்புகளுக்கு ஏற்பாடு செய்வதெனில் மண்டையினுள் இருக்கும் இடம் போதாது'' என்று வால்டர் எழுதுகிறார். ''மனிதத் தலை மட்டுமென்ன, ஒரு வீடேகூட இவற்றுக்குப் போதாத'' அளவுக்கு நரம் பிழைகளின் எண்ணிக்கை அவ்வளவு அதிகமாகிவிடும்.

தொலைக்காட்சியின் கண்ணுடித் திரையை மின்னணுக் கதிர்க் கற்றை பகுப்பாய்வது [scanning] போல கட்புலன் செய்திகள் பகுப்பாயப்பட்டு மூளையின் பிற பகுதிகளுக்கு அனுப்பப்படுவதாய் வால்டர் கூறுகிருர். மூளையின் அடிப்பகுதியில் இருக்கும் ஒரு தனிவகை மையம் பகுப்பாய்வு அலைக் கற்றையை இடையருது வெளியிட்டுக் கொண்டிருக்கிறது. உயிருள்ள ''திரையில்'', அதாவது புறணியின் கட்புலன் பகுதியில், இவ்வலைகள் குறுக்கும் நெடுக்குமாய் ஓடி அதிலிருந்து பிம்பத்தை அகற்றி விடுகின்றன. இந்த சூட்சுமத்தின் உதவியால் நாம் பொருள்களைக் காண முடிவதுடன், காட்சிப் பிம்பங்களை ஒப்பிட்டுப் பார்க்கவும், பொருள்களை அவற்றின் வடிவத்துக்கேற்ப வகை பிரிக்கவும் முடிகிறது. உதாரணமாய், கோளமாயுள்ள எல்லாப் பொருள்களும், அவற்றின் பருமனும் நிறமும் எப்படி இருப்பினும், ''உருண்டை'' வகையானவை என்பதாய் வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

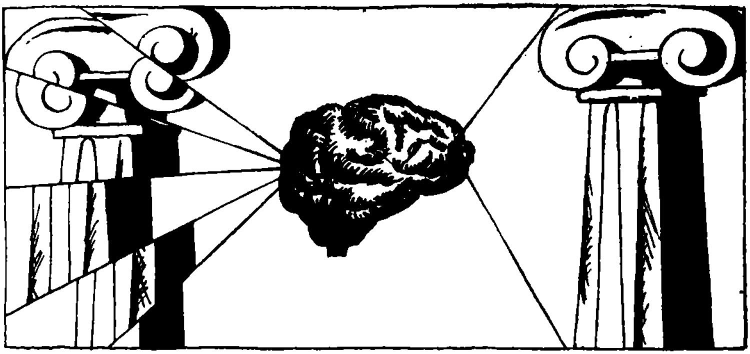
இரு வேறு பொருள்களின் பிம்பங்கள் நமது கட்புலன் ''திரையில்'' தோன்றுவதாய் வைத்துக் கொள்வோம். இவற்றை ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்கு நமது ''அலகுத் தொகுப்புக்கு'' விஞடியில் சுமார் பத்தில் ஒரு பங்கு நேரம் வேண்டியிருப்பதாய் மதிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. இது மேலே நாம் கூறிய மூளையின் மின் சந்தங்களின் அதிர்வு எண்ணுடன் மிகவும் இசைவாய்ப் பொருந்துவதைக் காண்கிறோம். ஆகவே கட்புலன் ''திரையில்'' பிம்பம் பகுத்தாராயப்படும் ஆவர்த்தன நிகழ்ச்சிமுறையாய் இச்சந்தங்களைக் கருதலாம். மூளையின் கட்புலன் மையத்தில் உண்டாகும் சந்தங்கள் விழித்திரையில் ஒரு பிம்பம் மறையாது நிறுத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும் நேரத்துடன் ஒத்திருப்பதால் இந்தக் கருதுகோள் மேலும் ஏற்கத்தக்கதாகிவிடுகிறது.

இந்தத் தத்துவத்தை மேலும் விவரமாய் ஆராயும் பொருட்டு, கட்புலன் மையத்தின் மின் சந்தங்களை அவற்றின் உள்ளடக்கக் கூறுகளாய்ப் பகுக்க முயற்சி செய்யப்பட்டது. பட்டகத்தினுள் [prism] செல்லும் ஒளிக் கற்றை வானவில் லின் ஏழு ஆதார நிறங்களாய்ப் பகுக்கப்படுவது போலவே, ஒரு தனிவகைக் கருவியின் உதவியால் மின் சந்தங்கள் சிறு அலைவுகளாய்ப் பகுக்கப்பட்டன. இந்த அலைமாலையைக் கவன மாய் ஆராய்ந்த போது மூளை அலைகள் முதலில் கருதப்பட்ட தைக் காட்டிலும் மிகவும் சிக்கலாய் இருப்பது தெரிந்தது. உதாரணமாய் ஒரு பொருளைத் தொட்டுப் பார்த்து அதை அடையாளம் தெரிந்து கொள்பவரின் மூளையில் தோன்றிய அலைவுகளின் அலகுகள் பல வகைப்பட்டனவாகவும் மாறிக் கொண்டிருப்பனவாகவும்இருந்தது.ஓர் அலைவுக்கூறு பொருளை அடையாளம் தெரிந்து கொள்வதுடனும்,மற்ருென்று அதைச் சொற்களின் வாயிலாய்ச் சித்தரிப்பதுடனும், இன்ெனுன்று அதனைக் கற்பனையில் காண்பதுடனும், வேருென்று அதன் நிறத்தைக் கற்பிதம் செய்வதுடனும், இன்ன பலவற்றுடனும் தொடர்பு கொண்டதாய்த் தோன்றுகிறது. ஆயினும் இந்த அலைமாலை தெளிவற்றதாய் இருந்தது. பொருளை அடையா ளம் தெரிந்து கொள்வதுடன் நேரடியாய்ச் சம்பந்தமின்றி அதே மண்டலத்திலிருந்து வந்த குறியறிவிப்புகளால் அது குலைக்கப்பட்டிருந்தது.

கிரே வால்டர் எழுதுவதுபோல இத்தகைய பின்னணி இடையூறுகளுக்கிடையே ஒரு குறிப்பிட்ட தூண்டலுக்கான விளைவினைகளைக் காண முயலும் ஆராய்ச்சியாளர் தான் இதன் முன் பார்த்திராத ஒரு பெண்ணைக் கூட்டமுள்ள ஒரு தெருவில் சந்திக்கச் செல்பவரின் நிலையிலேதான் இருக்கிருர். அந்தப் பெண் சிவப்பு மலர் சூடி வருவதென்று இருவரும் முடிவு

செய்து கொள்கின்றனர். ஆனால் அவர் அவ்விடத்துக்குப் போய்ப் பார்த்தபோது, கூட்டத்தில் மற்றும் பலரும் சிவப்பு மலர் சூடியிருப்பதைக் காண்கிறார்.

இடைநிகழ்வான குறியறிவிப்புகளை நீக்கிவிட்டு, நெரிசலான கூட்டத்திலிருந்து நாம் அறியாத அந்தப் பெண்ணைத் தனியே பிரித்துக் காண்பதற்கு உதவும் ஒரு சாதனத்தை வால்டரும் அவர் கூட்டாளிகளும் அமைத்தனர். டோப்பஸ்கோப் என்றழைக்கப்பட்ட இச்சாதனம் மூளையின் குறிப்பிட்ட பகுதிகளுடன் இணைந்த 22 சிறிய எதிர்மின் கதிர்க் குழாய்களைக் கொண்ட முகப்புக் காட்சிப் பலகையைப் பெற்றிருந்தது. குறியறிவிப்புகள் இல்லாதபோது இந்தக் குழாய்கள் இருண்டிருந்தன. மூளையில் ஒரு பகுதி செயல்பட முற்பட்டதும் அதனுடன் இணைந்த குழாய் பளிச்சிட முற்பட்டது. மூளையின் மின் செயற்பாட்டையும் அதனுள் குறியறிவிப்புகளின் இடைவிளைவுகளையும் ஆராய்ச்சியாளர்கள் இச்சாதனத்தைக் கொண்டு கண்டறிய முடிந்தது. மூளைக்குத் தூண்டல்கள் அனுப்பி வைப்பதற்கான பாதைகளும் இதில் இருந்தன. ஆகவே உணர்ச்சிகள் ஒன்றின்மீது ஒன்றாய்ப் பதிக்கப்படுவதால் ஏற்படும் விளைவுகளையும் கவனிக்க முடிந்தது. இந்த டோப்பஸ்கோப்பின் உதவியால் கட்புலன் மையத்தின் செயற்பாடு பற்றிய பல புதிய விவரங்கள் தெரிய வந்தன. காட்சி பிம்பம் பற்றிய தகவல்கள் இம்மையத்துக்குப் போய்ச் சேர்ந்ததும் சித்திரம் ''துண்டாடப்படுகிறது''. இம்மையத்துக்கு அருகாமையிலுள்ள பகுதிகள் இத்தகவல்களுக்குப் பிரத்தியேக முறையில் விளைவினை புரிந்ததாய், ஒரு வகை பகுப்பாய்வுத் தொகுப்பு இப்பகுதிகளை ஒவ்வொன்றாய் உசுப்பிவிடுவதாய்த் தோன்றியது. ''துண்டாடப்பட்ட'' பிம்பம் கட்புலன் மண்டலத்திலிருந்து தொலைவிலுள்ள பகுதிகளில் திரும்பவும்



இணைத்துச் சேர்க்கப்பட்டு முழு பிம்பமாக்கப்படுகிறது என்பது இந்த ஆராய்ச்சிகளிலிருந்தும் பிறவற்றிலிருந்தும் பெறப்பட்ட முடிவுகளில் ஒன்ருகும். ''துண்டாடப்பட்ட'' பிம்பத்தை மூளை மேலும் விவரமாய்ப் பரிசீலிக்க முடிகிறது. விவரமான பகுப்பாய்வு தேவைப்படாதபோது பொருள் களின் பொதுப்படையான பிம்பங்கள் மூளையின் பிற பகுதி களில் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

மிகப் பெருவாரியானேரிடம் கண் பார்வையுடன் தொடர்புகொண்ட மின்செயற்பாடு கட்புலன் பிரிவில் மட்டு மின்றி, பொறி மடல்களிலும் முன்புற மடல்களிலும் காணப் படுகிறது. முன்புற மடல்களில் வேண்டாத உபரித் தகவலும் நிலையற்ற இயல்புகளும் நீக்கப்பட்டு பிம்பம் எளிமையாக்கப் படுவதாகவும் பொதுமைப்படுத்தப்படுவதாகவும்தெரிகிறது. தூண்டல் நின்ற பிறகும் சிறிது நேரத்துக்குப் பொறி மடல் களில் பிம்பம் நீடித்திருக்கிறது. அதில் புதிய தகவல் இருக்கும் போதும், பார்வையாளருக்கு அது கருத்துக்குரியதாகவோ முக்கியமானதாகவோ இருக்கும்போதும், அது நினைவுக்

களஞ்சியத்தில் சேமிக்கப்படுகிறது. ஏற்கனவே நன்கு அறிந்த ஒரு பிம்பம் அவ்வளவு விவரமாய்ப் பரிசீலிக்கப்படுவதில்லை. ஆயினும், மூளையின் கட்புலனறி அமைப்பு இம்முறையில்தான் செயல்படுகிறது என்று இன்னும் விஞ்ஞானிகளால் உறுதியாய்க் கூற முடியவில்லை.

மூளைப் புறணியின் மிகவும் சகஜமான விஞடிக்குப் பத்து அதிர்வுள்ள மின் சந்தம் கட்புலனுக்கு மட்டும் உரியதல்ல, பலவற்றுக்கும் பொதுவானதாகும் என்பதாய்ப் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் அபிப்பிராயப்படுகிருர்கள். செவிப்புலனுக்கு எட்டக்கூடிய அதிர்வுகளின் கீழ்வரம்பு இதே நிலையில் இருப்பதும், அசைவற்ற நிலைகளில் அங்கங்களை ஒழுங்கியக்கும் நரம்புத் தூண்டல்களிலும் இதே அதிர்வுள்ள சந்தங்கள் காணப்படுவதும் தற்செயலாய் ஏற்பட்ட ஒற்றுமையாய்த் தோன்றவில்லை. புறத் தூண்டல்களைப் புலனறிவதற்கும் இயக்குவதற்கும் பொறுப்பான மூளைப் பிரிவுகள் ஒரு பொதுச் சந்தத்தைப் பெற்றிருப்பதானது, மூளையின் பல்வேறு சூட்சுமங்களுக்கும் ஒரு வகை நடையமைவை நிலைநிறுத்தும் ஏற்பாடாய் இச்சந்தம் செயல்படலாமென்ற கருத்தை வலியுறுத்துவதாயுள்ளது. இந்த சூட்சுமங்களைக் காலக் கட்டளைப்படுத்தும் ஏற்பாடு அவசியமென்பது தெளிவு. இந்த ஒத்திசைவை—நார்பர்ட் வினெர் இதை இப்படித்தான் குறிப்பிடுகிருர்—செய்ய ஒரு தனி ஏற்பாடு வேண்டியதில்லை. வினெரின் கருத்துப்படி, மின் ஜனனிகள் ஒரு பொது மின்னமைப்பில் எப்படி காலக் கட்டளைப்படுத்தப் படுகின்றனவோ அதே வழியில்தான் மூளையின் பல்வேறு பகுதிகளும் ''நடையிசைவு'' பெறும்படிச் செய்யப்படுகிறது.

இது வரை நாம் மூளையின் மிக உயர்நிலைப் பகுதியைக் குறிக்கும் புறணியைப் பற்றியே பேசி வந்துள்ளோம். ஆனல்

காட்சி பிம்பத்தின் பகுதிகள் இடைநிலை நரம்பு மையங் களிலேயே தோன்றத் தலைப்படுவதாய்ச் சில காலமாய்க் கூறப்பட்டு வருகிறது. எப்படியும் இம்மையங்களில்தான் இரு கண்களிலிருந்தும் வரும் தகவல்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாய்ப் பதித்து ஒப்பிட்டுப் பார்க்கப்படுகின்றன. இதன் விளைவாய்ப் பொருளின் பருமனையும் அதன் தொலைவையும் மூளை மதிப் பிட்டுக் கொள்ள முடிகிறது. பிம்பத்தின் அடிப்படை ஒப் பீட்டு வேறுபாடுகள் இந்த இடைநிலைக் கட்புலன் நிலையங் களில்தான் நிர்ணயிக்கப்படுகின்றன போலும். கோணல்மா ணலாய் வெட்டப்பட்ட காட்சி பிம்பத்தை முடிவாய் இணைத்து ஒழுங்குபடுத்தும் பணி புறணியினுடையதாகும். இதுவே யாவற்றிலும் கடினமான பணி என்பதைக் கூறத் தேவை யில்லை. உதாரணமாய் மனிதனின் பிம்பத்தை ஒரு வரை வுருவிலிருந்து வகுத்தமைத்தாக வேண்டும். இதற்கு அம் மனிதனின் பொதுமுறையிலான பிம்பத்துடன் அவனது தனிச் சிறப்பான உருவ இயல்புகளை மூளை இணைத்தமைத்தாக வேண்டும். இதனை மூளை எப்படிச் செய்கிறதென்பதற்கு விளக்கம் காண அண்மையில் பல முயற்சிகள் செய்யப் பட்டிருக்கின்றன. கடற்சிலந்தி போன்ற கீழ்நிலைப் பிராணி களைக் கொண்டு சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. ஒரே நேரத் தில் காட்டப்பெற்ற இரு எளிய உருவங்களில் ஒன்றைத் தேர்வு செய்து தாக்குவதற்கு ஒரு கடற்சிலந்திக்குக் கற்றுத் தரப்பட்டது. ஒரு சோதனையில் இரு உருவங்களும் அனேக மாய் ஒரே மாதிரியாகவும், மற்றொன்றில் அவ்வளவாய் ஒத்திராமலும் இருந்தன. இன்னொரு சோதனையில் இக்கடற் சிலந்தி செங்குத்துக் கோட்டுக்கும் சாய்வுக் கோட்டுக்கும் வித் தியாசம் காணக் கற்றுக்கொண்டது. ஆனால் அதனால் கிடைக் கோட்டுக்கும் சாய்வுக் கோட்டுக்குமுள்ள வித்தியாசத்தைக்

காண முடியவில்லை. காட்சி பிம்பங்களை வேறுபடுத்தி இனம் கண்டு கொள்வதற்கு மிகவும் முக்கியமானவையாகத் தோன்றும் இயல்புகளை இவ்வழியில் நிர்ணயிக்க முடிந்தது.

கிடைக்கப் பெற்ற விவரங்களை யெல்லாம் தொகுத்துப் பார்த்தபோது பல கருதுகோள்கள் உதிக்கலாயின. ஒரு கருதுகோளின்படி, கண்களிடமிருந்து தகவல்களைப் பெறும் கட்புலன் மையத்தின் நரம்பணுக்கள் வரிசைகளாலும் பத்தி களாலுமான அமைவில் ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு வரிசையிலும் தூண்டலைத் திரட்டும் நரம்பணு ஒன்று உள்ளது. பொருளின் செங்குத்துக் கோடுகள் பத்தி களிலுள்ள ''திரட்டு'' நரம்பணுக்களின் கிளர்ச்சியையும், கிடைக் கோடுகள் வரிசைகளிலுள்ள ''திரட்டு'' நரம்பணுக் களின் கிளர்ச்சியையும் குறிக்கின்றன. இவ்வமைவுகளில் தூண்டல்களின் கிடைக் கோட்டு, செங்குத்துக் கோட்டு வினியோகத்துக்கு ஏற்ப மூளை ஒரு பொருளின் வடிவத்தைப் பற்றிய கருத்தை உருவாக்கிக் கொள்கிறது. உதாரணமாய் ஒரு சதுரத்துக்குத் தூண்டல்களின் ஒப்பியல் வினியோகம் ஒரு முக்கோணத்துக்கு உள்ளதிலிருந்து மாறுபடுகிறது.

பொருளின் குறிப்பிட்ட பரிமாணங்கள் முக்கியமானவை யல்ல, ஏனெனில் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் மதிப்பிடப்படு வது வரிசைகளிலும் பத்திகளிலும் அமைந்த தூண்டல்களின் விகிதாசாரங்களேயன்றி அவற்றின் தனி அளவுகளல்ல. சதுர மும் முக்கோணமும் பருமனில் எப்படி இருப்பினும், அதனதற் குமுரிய தனி இயல்பான விகிதாசாரத்தைக் கொண்டு மூளை ஒன்றை மற்றொன்றிலிருந்து வேறுபடுத்தி இனங் கண்டு கொள்கிறது. ஏனைய கருதுகோள்களும் இதையொத்தவையே. நரம்பணுக்களின் அமைவுகளுடைய கட்டமைப்பு குறித்தே இவை வெவ்வேறான கருத்துக்களைக் கொண்டுள்ளன.

பொருள்களின் வடிவங்களை, அதாவது உருவரைகளை, புலனறிவதில் கிடைமட்ட, செங்குத்துத் திசையமைவின் முக்கியத்துவத்தை இவை யாவும் வலியுறுத்துகின்றன. இது எல்லாக் கருதுகோள்களுக்கும் பொதுவானதாகும். புறணியின் கட்புலன் பிரிவில் நரம்புக் கிளையிழைகள் கிடைக் கோடு, செங்குத்துக் கோடு ஆகிய இரு முக்கிய திசைகளில் தெளிவாக ஒழுங்கமைந்திருக்கும் கட்டமைப்பானது இந்தக் கருதுகோள்களின் சில கூறுகளை உறுதி செய்வதாயுள்ளது.

எளிய பிம்பங்களைக் கண்டறிவது பற்றி மட்டுமே இத்தத்துவங்கள் விளக்கம் தருகின்றன. நமது மூளையிடம் சதுரத்தையும் வட்டத்தையும் ஏனைய வடிவகணித உருவங்களையும் குறிக்கும் குறிகள் பலவும் இருப்பதாய் இத்தத்துவங்கள் கற்பிதம் செய்து கொள்கின்றன. இது உண்மையானால், எளிய வடிவகணித உருவங்களுக்கான குறிகள் இயற்கையினால் நரம்புமண்டலத்தில் பதித்துவைக்கப்பட்டிருப்பதாய்க் கருத வேண்டியிருக்கும். இவ்விதம் நமது பார்வைப் பரப்பிலுள்ள கோடுகளைப் புலனறிய நம்மிடம் தனிவகை நரம்பணு ''அமைவுகள்'' இருப்பதாய்க் கொள்ள வேண்டியிருக்கும். ஏனைய நரம்பணுக்களைப் போல ''முடுக்கிய'' நிலையையும் ''வெட்டிய'' நிலையையும் குறிக்கும் ஒளிக் குறியறிவிப்புகளுக்கு விளைவினை புரிவதற்குப் பதிலாய், இந்த நரம்பணுக்கள் தம்முடன் இணைந்த ''கோல்களும்'' ''கூம்புகளும்'' நேர்கோட்டு வரம்புகளால் மூடப்படும் போதுதான் கிளர்ச்சியுறுகின்றன. சதுரத்தின் நேர்ப் பக்கங்களுக்கு விளைவினை புரியாமல் சதுரங்களுடைய முனைகள் பார்வைப் பரப்பினுள் நுழையும் போது மட்டுமே கிளர்ச்சியுறும் உயிரணுக்களும் கண்டு பிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இறுதியில், சில நரம்பணுக்கள் குறிப்பிட்ட திசையில் அமைந்த அசைவுகளுக்கு மட்டுமே

விளைவினை புரிகின்றன. ஒரு பொருள், உதாரணமாய் இடமிருந்து வலமாய்ப் பார்வைப் பரப்பில் செல்லும் போது மட்டுமே இவை கிளர்ச்சியுறுகின்றன.

காட்சிக்குரிய குறிகள் எல்லாம் பிறவியிலேயே மூளையில் பதிக்கப்பட்டிருக்க முடியாதென்பது தெளிவு. உதாரணமாய் மேஜை அல்லது விளக்கு அல்லது செம்பக்கத்தின் குறியை (இதனை மரபுவழியில் பெற முடியாது) பல மாதங்களுக்கும் ஆண்டுகளுக்கும் இருத்தி வைத்துக் கொள்வதற்கு நரம்பணுவில் எதைப் பதிப்பது? கட்புலனுக்கு ஒருவகை அகராதியாய் விளங்கக்கூடிய பிம்பங்களின் தொகுதி பிறவியிலேயே தோன்றுவதற்குப் பதிலாய் வாழ்க்கை அனுபவத்தின் வாயிலாய்ப் பெறப்படுகிறதென்று கொள்வதே சரியானதாய் இருக்கும். அவ்வாறு கொண்டால், மூளை அடிப்படையான எளிய பிம்பங்களை உபயோகித்து சிக்கலான புதிய பிம்பங்களை உருவாக்கிக் கொள்ள முடியும். புற உலகின் அலகுகள் அனைத்தையும் மூளை அப்படியே சேமித்து வைத்துக் கொள்வதில்லை. மூளை தனக்குக் கிடைக்கும் தகவலின் அடிப்படையில் பொருள்கள், நிகழ்ச்சிகளின் பிம்பங்களைத் தானே உருவாக்கிக் கொள்கிறது. இந்த பிம்பங்கள் நமது கண்கள் கண்ணுறும் காட்சி பிம்பங்களின் பிரதிகளல்ல. பிம்பங்களின் பிரதான இயல்புகளைக் குறித்துக் கொள்வதுடன் மூளை மனத்துள் உருவான பிம்பங்களையும் அவற்றுடன் சேர்த்துக் கொள்கிறது. இவ்வாறு உள்வரும் தகவலைப் பெற்றுக் கொள்வதோடு நின்றுவிடாமல், தன்னிடமுள்ள தகவலையும் அதனுடன் சேர்த்துக் கொள்கிறது.

மூளை கணக்கிடவோ, அல்லது ஏராளமான சாத்தியக்கூறுகளைக் குருட்டாம்போக்கில் அலசிப் பார்க்கவோ விரும்பவில்லை. சிறப்பான தனி இயல்புகளை அது தேர்வு முறையில் கண்டறிகிறது என்று கொள்வதே பொருத்தமாயிருக்கும்.

பெரும்பாலும் அது படி வழியிலான தேடல் முறையில்தான் இதைச் செய்கிறது எனலாம். முற்றிலும் கணிதத் தன்மை யிலான பிரச்சினைகளுக்குக் கணிதக் கணிப்புகள் செய்ய வேண்டிய தொல்லை இல்லாமலே இத்தேடல் முறை விடை கள் அளிக்கிறது.

கண்ணுள்ள இயந்திரங்கள்

ரபயேலின் ''கன்னி மேரி'' ஓவியம் பிக்காசோவின் ''நீல ஆடைப் பெண்'' ஓவியத்திலிருந்து வேறுபடுவதை எலியால் தெரிந்து கொள்ள முடியுமா? பூனைப் படத்தைப் பார்த்த செவ்வாய்வாசி உயிருள்ள பூனையை அடையாளங் கண்டு கொள்வாரா? மூளைக்கு மட்டரகமான ஓர் ஒப்பாயுள்ள மின்னணு இயந்திரத்தால் பூனையையும் நாயையும், அல்லது அகரத்தையும் அகர நெடிலையும் வேறுபடுத்தி இனம் காண முடியுமா?

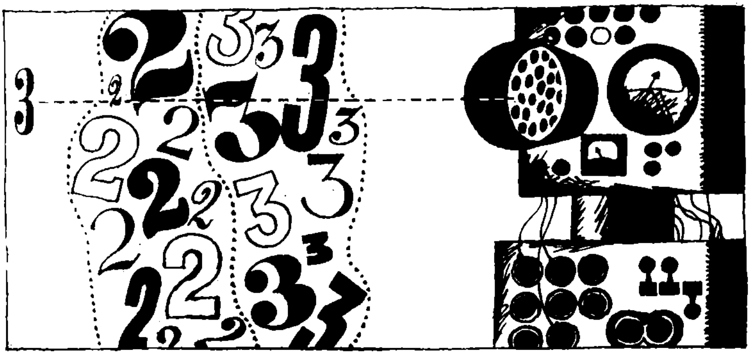
சோவியத் விஞ்ஞானப் பேரவை நடத்திய உயிரியல் சைபர்னெத்தியச் சிறப்புக் கூட்டம் மேற்கூறிய கேள்விகள் குறித்து விவரமாய் விவாதித்தது. ''கண்ணுள்ள'' இயந் திரங்களில் அது மிகுந்த கவனம் செலுத்திற்று.

இயந்திரங்களுக்குக் கட்புலன் அளித்திட முயலும் விஞ் ஞானிகளின் முன்னுள்ள பணி எவ்வளவு சிக்கலானதென் பதை ஏற்கனவே நீங்கள் உணர்ந்து கொண்டிருப்பீர்கள். சுற்றிலும் தெரியும் காட்சியை ஒளிப்பதிவு செய்யும் தானி யங்கிப் புகைப்படக் காமிராவை வைத்தோ, வந்துவிழும் ஒளியை மின்னோட்டமாய் மாற்றிடும் ஒளிமின்கலங்களைக் கொண்டோ இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு கண்டுவிட முடியாது. ஒளிமின்கலங்கள் புரியும் பணி கட்புலன் நரம்புப் பாதை

யில் நரம்புத் தூண்டல்கள் உண்டாக்கப்படுவதை ஒத்திருப்பது உண்மையே ஆயினும், அதனுல் இப்பிரச்சினைக்குத் தீர்வு உண்டாகிவிடவில்லை. விஞ்ஞானிகள் மூளையின் கட்புலன் மண்டலத்துக்கு ஓர் ஒப்புமையைத் தோற்றுவித்தாக வேண்டியிருக்கிறது, எனினும் மூளை எதையும் காண்பது எப்படியென்று விஞ்ஞானிகளால் திடமாய்க் கூற முடியவில்லை. இதை அவர்கள் ஆய்ந்தறிந்தாலன்றி, பொருள்களை வேறுபடுத்தி அடையாளம் காணக்கூடிய இயந்திரங்களை அமைத்திட முடியாது என்பதாய்த் தோன்றுகிறது.

இருந்தபோதிலும் இந்த இக்கட்டான நிலைமை சமாளிக்கப்பட்டது. துல்லியமான செயல்திட்டத்தை நம்மால் வகுத்திட முடியாவிட்டாலும், இயந்திரத்தையே அதைச் செய்து கொள்ளும்படி வைக்கலாமல்லவா? இயந்திரம் அதன் தவறுகளிலிருந்து அறிந்து கொண்டு அனுபவத்தின் வாயிலாய்த் திறம் பெறச் செய்யலாமே. அப்பொழுது நாம் இயந்திரம் இப்பணியை எப்படிச் சமாளிக்கிறதென்று தெரிந்து கொள்ளலாம். கட்டமைவுகளை மூளை எப்படி அடையாளம் கண்டு கொள்கிறது என்பதற்கு இதிலிருந்து நமக்குத் துப்புக் கிடைக்கக்கூடும். கட்டமைவுகளை அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய கற்றறியும் இயந்திரங்களை உருவாக்க விஞ்ஞானிகள் முனைந்து பாடுபட இதுவும் ஒரு காரணமாகும்.

மாஸ்கோ தானியங்கியாக்க, தொலையியக்கியல் கழகத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் பின்வரும் முறையைக் கையாண்டனர். எண்கள் வெவ்வேறு முறைகளில் எழுதப்பட்டன—ஒவ்வொரு எண்ணும் இருநூறு விதமாய் எழுதப்பட்டது. கண்ணுள்ள ஓர் இயந்திரத்துக்கு நாற்பது விதங்கள் ஒன்றின் பின் ஒன்ருய்க் காட்டப்பட்டன. தொடக்கத்தில் ஒவ்வொரு காட்டலின்போதும் ஒரு ''விளக்கவுரையும்'' அளிக்கப்பட்டது



—அதாவது ''இது எண் '1', இது எண் '3''' என்பதாய் விளக்கிச் சொல்லப்பட்டது. பிறகு இவ்வெண்கள் திரும்பவும் இயந்திரத்துக்குக் காட்டப்பட்டன. இயந்திரம் அவற்றை அடையாளங் கண்டு அவற்றின் பெயர்களைக் கூற வேண்டும். அது தவறிழைக்கும்போது தவறு ''திருத்தப்பட்டது''. இவ்வாறு தொடர்ந்து அது கற்றறிந்து கொண்டது. முடிவில் அது ஒவ்வொரு எண்ணிலும் 40 விதங்களை அடையாளங் காணக் கற்றறிந்து கொண்டதும், எஞ்சியுள்ள 160 விதங்களும் அதற்கு அளிக்கப்பட்டன. ஆரம்பச் சோதனையில் முதல் ஐந்து எண்களும் ('4' ஓரளவு '1' போல் தோன்றுவதால் இவ்வெண் தவிர்த்துக் கொள்ளப்பட்டது) உபயோகிக்கப் பட்டன. மொத்தம் எண்ணூறு இலக்கங்களை அந்த இயந்திரம் அலசியாராய வேண்டியிருந்தது. அது நாலே நாலு தவறு தான் செய்தது. இவ்வாருக, 0, 1, 2, 3, 5 ஆகியவற்றின் காட்சி பிம்பங்கள் அல்லது கட்டமைவுகள் இயந்திரத்தின் நினைவாற்றலில் உறுதியாய்ப் பதிக்கப்பட்டன.

இது எப்படி நடந்தது? இந்த இயந்திரத்தின் நிர்மாணி கள் பொறியாளர்களும் கணித வல்லுநர்களுமாவர். கட்டமைவை அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளும் பிரச்சினையை அவர்கள் பொறியியல், கணிதவியல் முறைகளில் அணுகினர். ''1'' ஐயும் ''5'' ஐயும் ஒருவர் எப்படி வேறுபடுத்திக் கொள்கிறார் என்பதை நிர்ணயித்து இயந்திரமும் அதே வழியில் இதனைச் செய்யக் கற்றுத்தர முயற்சிக்கவில்லை. அடையாளங் காண்பதற்கான யாந்திரிக முறை ஒன்றை அவர்கள் வகுத்திட்டனர்.

இயந்திரத்திடம் ''1''இன் முதல் வகை காட்டப்படுகிறது. இதன் கருத்தியல் பிம்பமாய் ஒரு புள்ளி அதன் நினைவாற்றலில் பதிவு செய்து கொள்ளப்படுகிறது. பிறகு ''1'' இன் இரண்டாவது, மூன்றாவது, இருபதாவது வகை அதற்குக் காட்டப்படுகிறது. இவற்றுக்கு ஏற்ப புதிய புள்ளிகள் அதன் நினைவாற்றலில் தோன்றுகின்றன.

ஒவ்வொரு எண்ணின் நாற்பது வகைகளின் பிம்பங்களையும் கொண்ட பகுதிகளாய் அதன் நினைவுக் களஞ்சியம் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது. வெவ்வேறு எண்களுக்குரிய பிம்பங்களும் கலந்து குழப்படியாகிவிடாதபடி அவை தெளிவாய் வரையறுக்கப்பட்ட வரம்புகளால் பிரித்து வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. பிம்பங்களை அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள இயந்திரத்துக்குப் பயிற்றுவிக்கும் பணி, அதன் நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள பிம்பங்களின் பல்வேறு குழுக்களுக்கும் இடையில் வரம்புகளை வகுத்திடும் பணியாக சாராம்சத்தில் குறுகிவிடுகிறது. இதற்கு நாற்பது புள்ளிகள் போதுமானதாய் இருந்தன. ''எல்லை கடந்து'' நிலவும் புள்ளிகள் எவையாவது இருக்குமாயின், ''பாடப் பயிற்சி'' நடைபெறும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அவற்றை அவற்றுக்கு உரிய தொகுப்பு

களுக்கு வந்துவிடுமாறு வரம்புகள் திருத்தியமைக்கப் பட்டன. எஞ்சிய 160 புள்ளிகளும் அவையவற்றுக்குமுரிய தொகுப்புகளின் வரம்புகளுக்குள் பதிக்கப்பட்டன.

மனித மூளையும் காட்சி பிம்பங்களை இதே வழியில்தான் அடையாளங் கண்டு கொள்வதாய்த் தான் கூறவில்லை என்பதை இந்தச் சோதனைகளுக்குத் தலைமை தாங்கிய பேராசிரியர் மயிசேய் ஐஸெர்மன் வலியுறுத்துகிறார். ''ஆனால் மூளையின் அடையாளங் காணும் சூட்சுமங்களில் ஒன்று இதே வகைப்பட்டதாய் இருக்குமாயின் நாங்கள் மிக்க மகிழ்ச்சியுறுவோம் என்பதைக் கூறத் தேவையில்லை'' என்று உயிரியல் சைபர்னெத்திய மாநாடு ஒன்றில் அவர் குறிப்பிட்டார்.

கட்டமைவுகளை அடையாளங் காணும் பிரச்சினையை உயிர்பௌதிகவியல் கழகத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் வேறொரு முறையில் அணுகினர். வடிவகணித உருவங்களையோ, நிலக்காட்சிகளையோ, பிராணிகளின் படங்களையோ மூளை எப்படி வேறுபடுத்தி அடையாளம் தெரிந்து கொள்கிறதென்பதைக் கண்டுபிடிக்க அவர்கள் முற்பட்டனர். பிராணிகளுக்குப் படங்களைக் காட்டி அவர்கள் தமது ஆராய்ச்சிகளைத் துவக்கினர். மூளையின் செயற்பாட்டை ஆராயும் உடலியலாளர்களையும் இந்த ஆராய்ச்சிகளில் பங்கு கொள்ளுமாறு அவர்கள் அழைத்தனர். இந்த அழைப்பை எல்லோருக்கும் முன்னதாய் ஏற்றுக் கொண்டவர்களில் பேராசிரியர் சமுயீல் பிரைனசும் ஒருவர்.

அவருடைய ஆய்வுக்கூடத்தில் குரங்குகளைக் கொண்டு பல சோதனைகள் நடத்தப்பட்டன. குரங்கு மேலே தங்கு தடையின்றி ஏறுவதற்கும் தாவிக் குதிப்பதற்கும் போதிய இடமுள்ள ஒரு பெரிய கூண்டின் ஒரு மூலையில் இரு கதவுகள் உள்ளன. இக்கதவுகளில் இருவேறு கோலங்கள் மாட்டப்

பட்டிருக்கின்றன. இரண்டும் ஒன்றையொன்று பெருமளவுக்கு ஒத்தவையே என்றாலும், முற்றிலும் ஒத்தவையல்ல. மனித கண்ணால் இரண்டுக்குமுள்ள வேற்றுமையை எளிதில் கண்டு கொள்ள முடிகிறது. இத்துறையில் குரங்குக்குள்ள ஆற்றல் பரீட்சிக்கப்படுகிறது. அதன் தேர்ந்தாய்வு சரியாயிருக்கையில் அதற்கு உணவு வெகுமதி தரப்படுகிறது. குருட்டாம் போக்கு எண் அட்டவணையின் பிரகாரம் இரு கதவுகளிலுமுள்ள கோலங்கள் இடம் மாற்றப்படுகின்றன. எந்தக் கதவுக்குப் பின்னால் உணவு வெகுமதி அதிகம் எதிர்பார்க்க முடியுமென்பதை அறிந்து அந்தக் கதவுடன் இணைந்து குரங்கு மறிவினையை உருவாக்கிக் கொண்டுவிடாதபடி இது தடுத்திடுகிறது.

ஒரு சிறிய குரங்கு நான் இருப்பதைச் சிறிதும் சட்டை செய்யவே இல்லை. கூண்டின் உச்சிக்கு ஏறி, சன்னலுக்கு வெளியே தெரியும் காட்சியை நன்கு காணும் பொருட்டு கூண்டின் கூரையோடு தலையை வைத்து அழுத்திக் கொண்டு பார்க்கிறது.

''நாய்கள் வருகின்றனவா என்று வெளியே பார்க்கிறது'' —ஆய்வுக்கூட உதவியாளரான பெண் எனக்கு நிலைமையை விளக்குகிறார். ''ஷுலூன், கீழே இறங்கி வா. வேலை தொடங்கியாக வேண்டும்.''

அந்தச் சிறு குரங்கு குனிந்து அப்பெண்ணைப் பார்க்கிறது. ஆனால் கீழே இறங்கவில்லை. தாஜா செய்த பிறகு முடிவில் கீழே குதித்து, சித்திரங்கள் மாட்டப்பெற்றுள்ள கதவுகளிடம் ஓடி குருட்டாம்போக்கில் ஒரு கதவைத் தள்ளுகிறது. அதன் பின்னால் ஒன்றும் கிடைக்கவில்லை. ஆனால் ஷுலூன் இதைப் பற்றிக் கவலைப்படாமல் திரும்பவும் கூண்டின் உச்சிக்கு ஏறி வெளியே பார்க்கிறது.

''நாய்கள் இருப்பது அதன் கவனத்தை அறவே குலைத்து விட்டது'' என்று ஆய்வுக்கூட உதவியாளர் விளக்குகிறார். ''அது சிந்திக்க மறுக்கிறது. வேலையைச் செய்து தொலைக்கும் பொருட்டு வேண்டாவெறுப்புடன் குருட்டாம்போக்கில் ஒரு சித்திரத்தை அது தொட்டுவிட்டு ஓடிவிட்டது பார்த்தீர்களா? கீழே இறங்கி வந்து வேலையை ஒழுங்காய்ச் செய்!'' குரங்கைப் பார்த்துச் சற்றுக் கடுமையான குரலில் அவர் கூறினார். ''நான் சொல்வது காதில் விழவில்லையா?''

இதற்குக் கைமேல் பயன் கிடைத்தது. ஷலூன் கீழே இறங்கி கதவுகளிடம் செல்கிறது. கோலங்களைப் பார்த்து விட்டு கணப் பொழுது சிந்தனை செய்கிறது. பிறகு வலது புறக் கதவைத் திறக்கலாமென்று கையை உயர்த்துகிறது. ஆனால் திடீரென முடிவை மாற்றிக் கொண்டு இடதுபுறக் கதவைத் திறக்கிறது. அதன் பின்னாலிருக்கும் ஆரஞ்சுப் பழத்தை எடுத்துக் கொண்டு ஆனந்தக் கூச்சலிட்டுத் தாவிக் குதிக்கிறது.

''அப்படியல்லவா செய்ய வேண்டும், நீ சமத்துப் பையன்!'' என்று ஆய்வுக்கூட உதவியாளர் அதற்கு உற்சாக மூட்டுகிறார்.

குரங்கின் கண்ணுக்குத் தெரியாதபடி கதவுகளுக்குத் திரையிட்டு மறைக்கிறார். கோலங்களை மாற்றிவிட்டுத் திரும்பவும் தேர்ந்தெடுக்கும்படி குரங்கை அழைக்கிறார். இம்முறை அது நேரே கறுப்புப் புள்ளி இருக்கும் சித்திரத்திடம் சென்று வெகுமதியைப் பெற்றுக் கொள்கிறது. இவ்விதம் பல மாற்றங்களையும் அது தயக்கமின்றிச் சமாளிக்கிறது. பிறகு திடீரென்று அது குழம்பிவிட்டது போலக் காணப் படுகிறது. கதவுகளருகே செல்லாமலே திரும்பிவந்து வேதனையுடன் முனகியபடி ஒரு மூலையில் ஒண்டிக் கொள்கிறது.

''அதற்கும் குழப்பம், எந்தக் கோலத்தைத் தேர்ந் தெடுப்பதென்று தெரியவில்லை'' என்று என்னிடம் சொல்லி விட்டு ஆய்வுக்கூட உதவியாளர் குரங்கைக் கவனியாதவர் போல பாவனை செய்கிறார்.''அமைதியடைந்ததும் திரும்பவும் அது வேலையில் இறங்கும்.'' ஏதோ மும்முரமாய் வேலை செய் வது போல மேஜைமீதுள்ளவற்றை அங்குமிங்கும் நகர்த்தி வைக்கிறார். பிறகு சில குறிப்புகளை எழுதிக் கொள்கிறார். எதுவும் நடைபெறாதது போல ஷுான் பக்கம் திரும்பிப் பார்க்கிறார். குரங்கு சந்தேகக் கண்களுடன் அவரைப் பார்க் கிறது. தான் செய்த தவறு கவனிக்கப்படவில்லை என்பதைக் கண்டதும் அது தொடர்ந்து ''வேலை'' செய்கிறது. இம்முறை வெற்றி பெறுகிறது.

''இம்மியும் பிழையில்லாத விளைவினையை உண்டாக்க முயலுகிறோம். இரு கோலங்களும் குரங்கின் நினைவில் ஆழப் பதிந்ததும், வேலையை மேலும் கடினமாக்குகிறோம். சிறிது சிறிதாய் இரு கோலங்களும் மேலும் மேலும் ஒத்தவையாகிச் செல்கின்றன. குரங்கின் மூளையில் ஒரு 'வேலியால்' பிரிக்கப் பட்ட இரு தொகுப்புகளான 'பதிவுகள்' தோற்றுவிக்கப்படு கின்றன. குரங்கு தவறிழைக்கையிலும், தயங்காது திட நம்பிக்கையுடன் செயல்படுகையிலும், அவ்வளவாய்த் திட முடிவுக்கு வர முடியாதபோதும் அது செய்யும் செயல் கள் காட்சி பிம்பங்களை அது எப்படி அடையாளங் கண்டு கொள்கிறது என்பதைப் புலப்படுத்தும் துப்புகளாக நமக்கு உதவுகின்றன. நெருங்கிய ஒற்றுமையுள்ள வகைகளைச் சேர்ந்த காட்சி பிம்பங்களைப் பிரித்து வைக்கும் 'வேலி' எழுப்பப்படுவதை இவ்வாறு நாம் கண்டு கொள்ள முடி கிறது. இறுதியில் நாங்கள் கோலங்களை அடையாளங் கண்டுகொள்ளும் இயந்திரங்களை நிர்மாணிப்பவர்களுக்கு ஆலோசனைகள் கூற முடியும்.''

இத்தகைய இயந்திரங்கள் ஏற்கனவே உள்ளன. தற்போது இவற்றுக்கு அகரவரிசை கற்றுத் தரப்பட்டு வருகிறது. சோவியத் யூனியனில் கோலங்களை அடையாளங் காணும் சோதனைகள் மிஹயீல் பொன்கர்டால் நடத்தப் பெற்று வருகின்றன. ஏற்கனவே அறியாத எண் தொகுதிகளின் தனிச் சிறப்பான இயல்புகளிலிருந்து எண்கணித விதிகளை நிர்ணயிப்பதற்கு இயந்திரத்துக்குக் ''கற்றுத்தந்தவர்'' இவர். இவ்வேலை இயந்திரத்துக்குப் பூர்வாங்கப் பயிற்சித் திட்டமாய் அமைந்தது. எழுத்துக்களை முற்றிலும் காட்சி பிம்பங்களின் வடிவில் இயந்திரத்துக்கு அளித்திடுவது அடுத்த படியாகும். கைப்பட எழுதப்பட்டவை, அச்சிடப்பட்டவை, தடியானவை, மெல்லியவை, உயரமானவை, குட்டையானவை, சாய்வானவை இவ்வாறுய்ப் பல வகைகளிலுமான எழுத்துக்களும் அதற்குக் காட்டப்பட்டன. விரைவில் இயந்திரம் எழுத்துக்களை அவையவற்றுக்குமுரிய தனி இயல்புகளைக் கொண்டு இனங் கண்டு கொள்ளக் கற்றுக் கொண்டது. ஒரு புதிய வழியில் எழுதப்பட்ட எழுத்தாயினும் அது என்ன எழுத்து என்பதை அதனுல் அடையாளம் காண முடிந்தது. துவக்கத்தில் ஒரு ''பாடம்'' 15 நிமிடங்களுக்கே நீடித்ததென்றுலும், சில சந்தர்ப்பங்களில் ஒரு எழுத்தை அடையாளங் காண இயந்திரத்துக்கு இருபது நிமிடம்கூட ஆயிற்று. சில சமயங்களில் அது ஒத்த உருவங் கொண்ட எழுத்துக்களால் குழப்பமடைய நேர்கிறது. ஏன், மனிதர்களுக்குங்கூடத்தான் சில சமயம் இவ்விதம் குழப்பம் ஏற்படுகிறது. கையால் எழுதப்படுகையில் தகர ஒற்றும் நகர ஒற்றும் ஒன்று போலவே காணப்படுகின்றன.

சோதனையின் அடுத்த கட்டத்தில் மேலும் கடினமான பிம்பங்கள் இயந்திரத்துக்குக் காட்டப்பட்டன. பூனைகளை

உட்கார்ந்த நிலையிலும், நிற்கும் கோலத்திலும், ஓடுகையிலும், மற்றும் முழு முகத்திலும், பக்கவாட்டு உருவரையிலும், பகுதியளவு திரும்பிய நிலையிலும் காட்டும் சித்திரங்கள் அதற்குக் காட்டப்பட்டன. வேடிக்கையான முறையில் தாவிக் குதிக்கும் மனிதர்களின் உருவங்கள் காட்டப்பட்டன. இத்தகைய உருவங்களை நோட்டுப் புத்தகத்தின் மூலைகளில் நீங்களே வரைந்து பார்த்திருப்பீர்கள். இம்மூலைகளைக் கெட்டியாய்ப் பிடித்துக் கொண்டு பக்கங்களை வேகமாய் விட்டதும் இவ்வுருவங்கள் நடப்பது போலவும் குதிப்பது போலும் கை வீசுவது போலவும் தெரியும். சீக்கிரத்தில் இந்த இயந்திரத்தால் வேடிக்கையான சிறு மனித உருவங்களிலிருந்து பூனையின் உருவத்தை வேறுபடுத்த முடிந்தது. ஒரேவொரு தரம்தான் அது பூனையைத் தவறாய் மனித உருவமாய்க் கருதிக்கொண்டுவிட்டது—அந்தப் பூனை பின்னங் கால்களில் நிற்பதாய்க் காட்டப்பட்டிருந்தது.

எழுத்துக்களையும் வடிவகணித உருவங்களையும் பிற வரைகோட்டுக் கோலங்களையும் இயந்திரம் புலனறிவதற்கு அதனை ''இயைவிக்க'' வேண்டியிராதது குறிப்பிடத்தக்கதாகும். கட்புலனால் பார்த்தே, பல்வேறு கோலங்களையும் அடையாளம் தெரிந்து கொள்வதற்கு விரிவான பயிற்சியின் மூலம் அதற்குக் கற்றுத் தரப்பட்டது. ''பயிற்சி ஆசிரியர்'' இயந்திரத்திடம் ஒரு பொருளைப் பல தடவை காட்டினார். அது தவறு செய்யும்போது ''தண்டித்தார்''; சரியான பதில்கள் அளிக்கையில் ''வெகுமதி தந்தார்''. இம்முறையில் இயந்திரம் ஒரு எழுத்தைப் பிறிதொன்றிலிருந்தும், வட்டத்தைச் சதுரத்திலிருந்தும் வேறுபடுத்தும் தனி இயல்புகளைப் படிப்படியாய்க் கற்றறிந்து கொண்டது.

கண்ணுள்ள இயந்திரங்களை நிர்மாணிக்க ''மூளையினுள் தொலைக்காட்சிக்'' கருதுகோள் பயனுள்ள கருத்தாய் அமைந்தது. இந்தக் கருதுகோளின்படி, வரிவரியாய்ப் பகுத்தாயும் தொலைக்காட்சிக் கோட்பாடு, காட்சிப் புலன் செயற்பாட்டுக்கு ஒரு வகை முன்மாதிரியாகக் கொள்ளப்படுகிறது. உதாரணமாய், கோலத்தை அடையாளங் காணும் அமெரிக்க இயந்திரமான பர்செப்டிரானில் இந்தக் கோட்பாடுதான் கையாளப்பட்டது. காட்டப்பெற்ற பொருள்களின் (முக்கோணங்களும் வட்டங்களும்) பிம்பங்களை நினைவுக் களஞ்சியத்துக்கு அனுப்பி வைப்பதற்காக இதில் எதிர்மின் கதிர்க்குழாய் உபயோகிக்கப்பட்டது. கோலங்களிலிருந்து எதிரடிக்கப்படும் ஒளியை இயந்திரத்தின் ஒளிமின்கலக் ''கண்'' மின் குறியறிவிப்புகளாய் மாற்றிடுகிறது. ஒவ்வொரு பிம்பத்துக்கும் இணைவாய் ஒரு மின் குறிக்கோவை உள்ளது. பல்வேறு பொருள்களையும் அடையாளங் காண்பதே இயந்திரத்தின் பணியாகுமாயின், சம்பந்தப்பட்ட குறியறிவிப்புகள் அதன் நினைவுக் களஞ்சியத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுகின்றன. புதிய பிம்பத்தை நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள ஒரு முன்மாதிரி அமைவுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேண்டியதாகியதும் (எழுத்துக்களை அடையாளங் காணும்போது நடப்பது போல) குறியறிவிப்புகள் இயந்திரத்தின் பகுப்பாய்வுத் தொகுப்புக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. இது போன்ற ஓர் இயந்திரத்துக்குப் படிக்கக் கற்றுத் தர முடியும்.

முதன்முதலாய் அமைக்கப்பெற்ற படிக்கும் இயந்திரங்களில் ஒன்று ''மார்க்-1''. அகரவரிசையின் எந்த எழுத்தும் 15 முறை அதனிடம் காட்டப்பெற்றபின், அது அதனை அடையாளங் கண்டு கொண்டுவிடுகிறது. பிழையற்ற ஒவ்வொரு தேர்வும் அதற்குரிய குறியறிவிப்பினால் உறுதியூட்டப்பெற்

றது. ''மார்க்-1'' இயந்திரத்தின் ''கண்'' 400 ஒளிமின்கலங்களையும் அவற்றுக்குரிய ''நரம்பணு முடிச்சுகளையும்'' கொண்டது. அதன் நினைவாற்றல் தொகுப்பு 512 அலகுகளாலானது. சில இயந்திரங்களுடைய ''கண்கள்'' விழித்திரையின் மிக நெருங்கிய ஒப்பமைவுகளாய் அமைந்து இடைநிலை இருதுருவ நரம்பணுக்களையும் நரம்பணு முடிச்சுகளையுங் கூடப் பெற்றுள்ளன. கண்ணில் நடைபெறுவது போலவே பிம்பத்தின் கரிய பகுதியால் மூடப்பட்டதும் இந்த ''நரம்பணுக்களில்'' சில ஊக்குவிக்கப்படுகின்றன. மின்னணு அலகுகள் கிடைக் கோட்டு வரிசைகளிலும் செங்குத்துக் கோட்டுப் பத்திகளிலும் இணைந்தமைந்துள்ளன. நிழலால் ஒரு குழாய் ''உசுப்பப்பட்டு'' வினைவினை புரிந்ததும், நிழலுக்குரிய இதையொத்த வினைவினை பக்கத்திலுள்ள நான்கு குழாய்களில் உண்டாகிறது. ''நிழலுக்கு வினைவினை புரியும்'' ஒளிமின்கலங்களில் ஒளிக் குறியறிவிப்பு தடையுறுத்தும் குறியறிவிப்பை உண்டாக்குகிறது. இவ்வாறு பல ஒளிமின்கலங்களில் விழும் கரிய பொருளின் நிழல் ஒளிப் புள்ளிகளாகவும் இருண்ட புள்ளிகளாகவும் பகுக்கப்படாமல் முழு பிம்பமாகவே கண்டு கொள்ளப்படுகிறது.

செயல்திட்டமிடப்பட்டு இயங்கும் பகுத்தாயும் ஓர் அமைப்பு விரைவாய் ஒன்றின்பின் ஒன்றுய் ''நரம்பணுக்களின்'' நிலைகளைப் பரிசீலிக்கிறது. இந்த விவரங்கள் ஒரு கணிப்புத் தொகுப்பில் பதனம் செய்யப்படுகின்றன. கோலவகைகளை அடையாளங் கண்டறியும் இத்தகைய இயந்திரம் குறிப்பிட்ட இயல்புகளுக்கேற்ப தகவல்களைத் தேர்ந்தாயும் திறனுடையது.

பல்வேறு அச்சு வகைகளில் அமைந்த எழுத்துக்களையும் எண்களையும் அடையாளங் காண இயந்திரங்கள் ஏற்கனவே

தெரிந்து கொண்டுவிட்டன. விரைவில் அவை புத்தகங்களும் செய்தியேடுகளும் அச்சிடப்பெற்ற பிறவற்றையும் படிக்கும் ஆற்றலுடையனவாகிவிடும். அச்சகங்களில் தானியங்கி அச்சுக் கோப்பு இயந்திரங்கள் நிறுவப் பெற்றுவிடும். தட்டெழுத்துப் பிரதிகளிலிருந்து நேரடியாக அவை அச்சுக் கோத்துக்கொடுத்துவிடும். கையெழுத்துப் பிரதிகளையும் படிக்கத் தெரிந்து கொண்டு எல்லா வகையான எழுத்து மூலங்களையும் சமாளிக்கும் காலமும் வந்துவிடும்.

எவ்வகையில் எழுதப்பட்டிருந்த போதிலும் அகரத்தையும் ஆகாரத்தையும் வேறுபடுத்தி அடையாளங் காண ஓர் இயந்திரத்துக்குக் கற்றுத் தர முடியுமானால், மிஹயீல் பொன்கர்டின் 'செவ்வாய்வாசியைப்'' போல நாயிலிருந்து பூனையையும், நோய்நுண்ணத்திலிருந்து நோய்க் கிருமியையும், பல் சக்கரத்தை ரோலர் பேரிங்கிலிருந்தும், மொத்தத்தில் பல வகையான பொருள்களையும் வேறுபடுத்தி அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள அதற்குக் கற்றுக் கொடுப்பதும் கோட்பாட்டு நிலையில் முற்றிலும் சாத்தியமே. மின்னணு இயந்திர உதவியாளர்கள் உருவாக்கப்பட்டுவிடலாம். ஆய்வகங்களிலும் ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலும் அலுப்புத் தட்டும் சிரமமான பல வேலைகளையும் இவ்வியந்திரங்கள் செய்யத் தலைப்பட்டுவிடும்.

எப்பொழுதாவது நீங்கள் இரத்தச் சோதனை செய்து கொண்டிருப்பீர்கள். ஆனல் சோதனை முடிவுரையில் காணப்படும் ஒவ்வொரு எண்ணுக்கும் பின்னுலுள்ள அயர்வூட்டும் உழைப்பைப் பற்றி உங்களுக்குத் தெரிந்திருக்காது. இரத்தத்திலுள்ள சிவப்பணுக்களையும் வெள்ளையணுக்களையும் நுண்நோக்கியில் பார்த்து எண்ணிக் கணக்கிட்டாக வேண்டும். விரைவில் கண் பூத்துப் போய்விடும் வேலை இது: எவ்வளவு

தான் பொறுப்புணர்ச்சியுடையவராய் இருந்தாலும் ஆய்வுக் கூட உதவியாளர் தவறிழைக்காமல் இருப்பது கடினம். இது போன்ற அலுப்பூட்டும் வேலையில் ஒரு பெரும் படையினர் தினசரி ஈடுபட்டு வர வேண்டியிருக்கிறது. இரத்தத்தின் சிவப்பணுவும் வெள்ளையணுவும் ஒன்றுக்கொன்று வெகுவாய் வேறுபடுகிறவை. மனித ஊழியரைக் காட்டிலும் மின்னணு இயந்திரம் இவற்றை மிகக் குறைவான அளவுக்குமேல் தவறுகளின்றி வேறுபடுத்தி எண்ணிக் கணக்கிட்டுவிடும். இதே போல நுண்கிருமிக் கொல்லி மருந்தின் வீரியத்தைக் கணக்கிட காட்சிப் பரப்பிலுள்ள நுண்கிருமிகளை மின்னணு இயந்திரத்தையே எண்ணிக் கணக்கிடச் சொல்லலாம். மாஸ்கோ அருகிலுள்ள அணுக்கரு ஆராய்ச்சிக்கான கூட்டுக் கழகத்தில் துகள்களது வேகவளர்ச்சிக்கான பிரம்மாண்ட சாதனங்களால் உண்டாக்கப்படும் அணுக்கருத் துகள்களின் பாதைகளது லட்சக் கணக்கான புகைப்படங்களைக் கணிப்பு மையத்திலுள்ள மின்னணு இயந்திரங்கள் பகுத்தாய்ந்து விஞ்ஞானிகள் தாம் தேடும் துகளைத் துல்லியமாய்க் கண்டு கொள்ளத் துணை புரிகின்றன. கண்ணால் பார்த்துக் கோலங்களை அடையாளங் கண்டு கொள்ளும் சூட்சுமங்கள் தொழில் துறையிலும் இதே போல மிகவும் உதவி புரியக் கூடியவை. உதாரணமாய், ஓடும் தட்டுகளில் வரும் இயந்திரப் பகுதிகளை அடையாளங் கண்டு அவற்றைக் கோத்திணைக்க இந்த சூட்சுமங்களைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். இது வரையில் தானியங்கிப் பொறிகளால் செய்ய முடியாத வேலைகளாய்க் கருதப்பட்டு வந்த பல பணிகளையும் செய்திடும் மின்னணு கோத்திணைப்பிகள் ஆலைப் பிரிவுகளில் நிறுவப்படும் காலம் அருகாமையில் வந்துவிட்டது.

படிக்கும் இயந்திரங்களுக்குத் திரும்பி வருவோம்.

மேற்கு ஜெர்மன் விவரப் பதனக் கழகத்தின் இயக்குநரான டாக்டர் கார்ல் ஷ்டைன்புஹ் 1961ல் சர்வதேச சைபர்னெத்தியக் காங்கிரசில் கற்றறியும் இயந்திரம் ஒன்றை இயக்கிக் காட்டினார். மின்னணுக் கண் கொண்ட அதனால் உயிரெழுத்துக்களைப் படிக்க முடிந்தது. கறுப்பும் வெள்ளையுமான 90 சதுரங்களாலான கோலத்தால் ஒவ்வொரு எழுத்தும் குறித்துக் கொள்ளப்பட்டது. இயந்திரத்தின் உட்செல் கம்பிகள் ஓர் உருவமைவாய் இணைந்திருந்தன. எழுத்துக்களின் வடிவங்கள் செங்குத்துக் கம்பிகள் மூலமும், அவை குறிக்கும் பொருள்கள் கிடைக் கம்பிகள் மூலமும் உள்ளனுப்பப் பட்டன. வரிவடிவக் குறிக்கும் அதன் பொருளுக்கும் இடையிலான கருத்தியல் தொடர்புகள் இக்கம்பியமைவின் சந்திப் பிடங்களில் உருவாக்கிக் கொள்ளப்பட்டன. இந்தக் கம்பியமைமையை ஷ்டைன்புஹ் ''கற்றறியும் உருவமைவு'' என்றழைத்தார். மூன்று உருவமைவுகள் ஒன்றின்மீது ஒன்றாய்ப் பொருத்தப்பட்டன. முதலாவது அமைவின் வெளிச்செல் கம்பிகள் இரண்டாவதன் ''விவரிப்புக்'' கம்பிகளாய்ச் செயல்பட்டன. இரண்டாவது அமைவும் இதே முறையில் மூன்றாவதுடன் இணைக்கப்பட்டிருந்தது. இந்த மூன்றடுக்கு அமைப்பில் முதல் உருவமைவு எழுத்துக்களையும், இரண்டாவது சொற்களையும், மூன்றாவது வாக்கியங்களையும் அடையாளங் கண்டு கொள்ளும்படியாக அமைக்கப்பட்டிருந்தது.

ஒரு வாக்கியம் பொருளுடையதுதானா, இல்லையா என்று கண்டுபிடிக்க ஓர் இயந்திரத்துக்குக் கற்றுத் தருவது எப்படி? கீவ் கணிப்பியந்திர மையத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் ஐம்பது பெயர்ச்சொற்களையும் பதினாறு வினைச்சொற்களையும் மிகவும் சகஜமாய் உபயோகிக்கப்படும் இடைச்சொற்களையும் தேர்ந்தெடுத்து, குறிப்பிட்ட ஒரு கட்டமைவின் பிரகாரம்

(உதாரணம்: பெயர்ச்சொல் — பெயர்ச்சொல்—இடைச் சொல்—வினைச்சொல்) குருட்டாம்போக்கில் வாக்கியங்களை அமைத்தனர். இந்த வாக்கியங்களை அவர்கள் இயந்திரத் திடம் அளித்தினர். ஒவ்வொரு வாக்கியத்தின் பின்னாலும் ''சரி'' அல்லது ''சரியல்ல'' என்னும் குறிப்பு சேர்க்கப்பட்டிருந்தது. இவ்வாறு, ''நீர் தரை மேல் ஓடுகிறது'' என்பது ''சரி'' என்றும், ''வீடு தெரு வழியே நடக்கிறது'' என்பது ''சரியல்ல'' என்றும் குறிக்கப்பட்டிருந்தன.

இவை போன்ற இருபது, இருபத்தைந்து வாக்கியங்களைப் படித்துவிட்டு இவ்வியந்திரம் அவ்வாக்கியங்களின் சொற் களை வகைப்படுத்தத் தொடங்கிற்று. மனிதர்களையும் அவர் களுடன் சேர்த்து உபயோகிக்கப்படக் கூடிய வினைச்சொற் களையும் (அதாவது சிந்திக்கிறார், நடக்கிறார், சமைக்கிறார் போன்றவை) இனங் கண்டு கொண்டது. பிற பொருள்கள் (இவற்றை நாம் உயிரற்றவை என்பதாய் அழைக்கலாம்) வழிகிறது, ஊற்றப்பட்டது, சமைக்கப்பட்டது என்பதாய்க் கூறக் கூடியனவாய் வகைப்படுத்தப்பட்டன. இதற்கு அடுத்த கட்டத்தில் இந்த இயந்திரம் தனக்கு அளிக்கப்பட்ட வாக்கியங்கள் சரியா, சரியில்லையா என்று நிர்ணயிக்கும்படிச் செய்யப்பட்டது. ஆரம்பச் சோதனைகளுங்கூட பெருமளவுக்கு வெற்றிகரமாகவே இருந்தன. ஆயினும் தவறுகள் தவிர்க்க முடியாதபடி ஏற்படவே செய்தன. உதாரணமாய், ''பொறி யாளர் சாப்பாடு சமைக்கிறார்'' என்னும் வாக்கியத்தை ''சரி யல்ல'' என்று சொல்லிவிட்டது. சமைத்தல் பொறியாளருக் குரிய வேலையல்ல என்பதாய் அது நினைத்தது போலும். மனி தர்களைக்குறிக்கும் பெயர்சொல் வரிசையில் ''பொறியாளர்'' என்னும் சொல்லைச் சேர்த்துக் கொள்ள இயந்திரம் தவறி விட்டது என்பது முடிவில் தெரியலாயிற்று; உடனே மேற்

கொண்டு விளக்கங்கள் அதனுள் செலுத்தப்பட்டன. ஆயி னும் இத்தவறு சுவையான ஓர் ஆராய்ச்சி வழியைச் சுட்டிக் காட்டிற்று. மனிதர்களையும் பிராணிகளையும் இவ்வியந்திரம் எப்படி வேறுபடுத்திக் கொள்கிறது என்பதைப் பார்ப்பதென ஆராய்ச்சியாளர் தீர்மானித்தனர்.

இந்தச் சோதனைகள் இன்னமும் அவற்றின் பிள்ளைப் பரு வத்திலேதான் இருக்கின்றன. ஆனால் வியத்தகு எதிர்காலம் இவற்றுக்கு உண்டென்பது நன்கு விளங்குகிறது. கார்ல் ஷ்டைன்புஹ் குறிப்பிட்டது போல ''படிக்கவும் பேச்சைப் புரிந்து கொள்ளவும் கூடிய இயந்திரங்கள் உருவாக்கப்படு வதை அடுத்த பத்தாண்டுகளில் நிச்சயம் நாம் காண் போம்.''

செவியுணர் இயந்திரங்களும் பேசும் இயந்திரங்களும்

மின்னணு இயந்திரத்துக்கும் மனிதருக்கும் இடையில் முதன் முதலாய் ஓர் உரையாடல் சில ஆண்டுகளுக்கு முன்பு டொரான்டோ பல்கலைக் கழகத்தில் நடைபெற்றது. இம் மனிதர் கானடா விஞ்ஞானியான எட்வர்டு பெர்க்கெலி. சாதாரண வழக்கிலுள்ள முன்னூறு ஆங்கிலச் சொற்கள் இந்த இயந்திரத்தின் நினைவுக் களஞ்சியத்தில் சேமித்து வைக்கப்பெற்று, இச்சொற்களை உபயோகிப்பதற்கு அதற்குக் கற்றுத் தரப்பட்டது. அற்ப விவகாரங் குறித்தே உரையாடல் நடைபெற்றது. பருவ நிலைக்கு அப்பால் அதிகம் பேசப்பட வில்லை. ஆயினும் இது பொருளுடைய முறையில் நடைபெற்றது முக்கியமானதாகும். ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் இந்த இயந்திரம் பெர்க்கெலி கூறியவற்றில் இருந்த முரண்பாட்டைச் சுட்டிக் காட்டி ஓரளவு நகைச் சுவையும் வெளிப்படுத்திற்று.

உரையாடும் மின்னணு இயந்திரங்களை நிர்மாணிப்பது குறித்து விரிவாய் விவாதிக்கப்பெற்று வருகிறது. இதைக் கேட்டால் இவ்வியந்திரங்கள் இனி எந்நேரத்திலும் தோன்றி விடலாமென்றே நினைக்கத் தோன்றும். பொருளுள்ள முறையில் இயந்திரம் உரையாட முற்படுமுன் அதற்குப் பேச்சைப் புரிந்துகொள்ளும் திறனைக் கற்றுத் தந்தாக வேண்டும். வழக்கமான மைக் இதற்குப் போதாது. மின்னணுக் காது அவசியமாகும். அது ஒலிகளைக் கேட்கக் கூடியதாய் இருப்பதோடு, அவற்றையும் அவற்றால் அமையும் சொற்களையும் அடையாளங்கண்டுகொள்ளக் கூடியதாகவும் இருந்தாகவேண்டும். சுருக்கமாய்ச் சொன்னால், அது பேச்சைப் புரிந்து கொள்ளும் திறனுடையதாய் இருத்தல் வேண்டும்.

பொருளுள்ள பேச்சுக்குரிய ஒலிகள் உருவாகும் முறைகள் முன்பெல்லாம் மொழியியலாளர்களும் மொழி பயிற்றுவிப்போரும் மட்டுமே கருத்து செலுத்தி வந்த பிரச்சினையாய் இருந்தது. இப்பொழுது இது மின்னணுப் பொறியாளர்களும் விஞ்ஞானிகளும் அக்கறை செலுத்தும் ஒன்றாகிவிட்டது. ஒலிகளை அசாதாரணமான இணைப்புகளில் சேர்த்தும் அவற்றைக் கூறுகளாய்த் ''துண்டாடியும்'', ஒலிக் கூறுகளைத் தனிமைப் படுத்தியும், இன்னும் என்னென்னமோ சாதுர்யமான சோதனைகள் எல்லாம் செய்தும் சொற்கள் பேச்சுருவாவதை அவர்கள் ஆராய்கின்றனர். சோவியத் யூனியனில் இந்த ஆராய்ச்சிகள் மாஸ்கோவிலும் லெனின்கிராதிலும் திபிலிசியிலுமுள்ள பரீட்சார்த்த ஒலியியல் ஆய்வுக்கூடங்களில் நடத்தப்பெற்று வருகின்றன.

இத்தகைய ஆய்வுக்கூடங்களில் உயிரொலிகள், மெய்யொலிகள், அசைகள், முழுச் சொற்கள் ஆகிய பலவற்றின் முப்பரிமாண உருவங்கள் இருப்பதைக் காண்கிறோம். இவை

மலைத்தொடர்கள் அல்லது பனிப்பாறைகளின் காகிதக்கூழ் மாதிரியமைப்புகளைப் போலுள்ளன. பல வகையான குரல்களும் வண்ணச் சித்திரங்களாய்க் காட்டப்படுகின்றன. சாயைகளும் வண்ண வகைகளும் சொற்கள், அசைகளின் உச்சரிப்பில் சுருதியும் தொனியும் எப்படி மாற்றமடைகின்றன என்பதைக் காட்டுகின்றன. ஒலிகளைப் பதிவு செய்யவும் ''கூறுபோடவும்'' திருப்பவும்''இணைக்கவும்'' இங்கு சாதனங்கள் உள்ளன. ஒலி அலைமாலைக் கருவி ஒலிகள் பல அதிர்வெண்களையும் செறிவுகளையும் கொண்டிருக்கின்றன என்பதைக் காட்டுகிறது. ஒலி பகுக்கும் கருவி பதிவு செய்யப்பட்ட ஒலியில் வினாடியில் முன்னூறு அல்லது நானூறில் ஒரு பங்குக்கே நீடிப்பதான ஒரு பகுதியைத் தனித்தெடுத்துக் கொடுக்கிறது. இங்குள்ள ஆராய்ச்சியாளர்கள் புள்ளினங்களின் இசைப் பொழிவுகளையும், ஒபேரா நாடகப் பாடல்களையும், மெல்லிசைப் பாடல்களையும், வானொலி செய்தி அறிவிப்பாளரது தெளிவான பேச்சையும், ஒலிப் பதிவைத் தலைகீழே ஓட்டும்போது கிடைக்கும் அலங்கோலத்தையும் உங்களுக்குப் போட்டுக் காட்டுவார்கள்.

பேச்சின் ஒலிகளுடைய சுவையான பல இயல்புகளை ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். உதாரணமாய் உயிரொலிகளைக் குறிக்கும் ஒலிமாலையில் மிகைப்பாடுகள் நிறைய இருக்கின்றன. உயிரொலியை வெகுவாய்க் ''கத்தரித்துக் கழித்த'' பிறகுங்கூட அவ்வொலியை நன்கு அடையாளங் கண்டு கொள்ள முடிகிறது. உயிரொலிகள் பல அலகுகள் அல்லது அதிர்வெண்களாலானவை என்றாலுங்கூட, ஓர் உயிரொலி அடையாளம் மாறாதிருப்பதற்கு இரண்டு அலகுகளே போதுமென்று ஆராய்ச்சியாளர்கள் கண்டனர். தவிரவும், பொருளுணர்த்தும் ஒரு சொல்லில் உயிரொலியை

அடையாளம் தெரியாதபடி சிதைத்த போதிலும், மூளை அதை அடையாளங் கண்டு கொண்டுவிடுகிறது. பல அசை களைக் கொண்ட ஒரு சொல்லை எவ்விடத்திலும் அழுத்தம் இல்லாமலே உச்சரித்தாலுங்கூட, மூளையானது தவறைத் திருத்திக் கொண்டு தேவையான இடங்களில் அழுத்தங்களைத் தானே இட்டுக் கொள்ள முற்படுகிறது. மாஸ்கோ சோதனை ஒலியியல் ஆய்வுக்கூடத்தின் தலைவரான பேராசிரியர் வி. அர்த்தியோமவ் நடத்திய ஒரு சோதனை இதனை நிரூபித்தது. பேச்சைக் கேட்டுணர்வதன் உளவியல் கூறுகளை ஆராய்ந்து வரும் பேராசிரியர் அர்த்தியோமவ் அழுத்தமின்றித் ''தட் டையாய்'' உச்சரிக்கப்பட்ட ருஷ்யச் சொல்லை ருஷ்ய மொழி தெரியாத சில மாணவர்களும் அடங்கிய மாணவர் குழு ஒன் றுக்கு ஒலிப் பெட்டியில் ஒலிக்கச் செய்து காட்டினுர். ருஷ்ய மொழி தெரிந்த மாணவர்கள் தாம் இச்சொல் ஒழுங்காய் அழுத்தத்துடன் ஒலிக்கக் கேட்டதாய்ச் சொன்னுர்கள். ருஷ்ய மொழி பேசத் தெரியாத மாணவர்கள் இச்சொல் அழுத்த மின்றி உச்சரிக்கப்பட்டதாய்க் கூறினர்.

பேச்சைப் புரிந்து கொள்ளவும் பொருளுடன் பேசவும் வல்ல இயந்திரங்களை அமைத்திட முயலுவோரை எதிர் நோக்கும் பல இடர்ப்பாடுகளில் ஒன்றை மேற்கூறிய எளிய சோதனை தெளிவுபடுத்துகிறது. பேச்சின் வாயிலாய்க் கூறப் படும் கருத்தை மனிதர்கள் கேட்டுப் புரிந்து கொள்வது, பேசப்பட்ட மொழியையும், அக்கருத்து குறித்து ஒருவர் ஏற்கனவே பெற்றுள்ள அறிவையும், மற்றும் பேச்சில் அச்சொற்கள் உபயோகிக்கப்பட்ட சந்தர்ப்பத்தையும் சூழ்நிலையையும் பொருத்திருக்கிறது.

மெய்யாகவே பேசக்கூடிய ஓர் இயந்திரத்தை—நாடா ஒலிப்பதிவுப் பெட்டியையோ, தொலைபேசியையோ, ஒலி

பெருக்கியையோ அல்ல, பேச்சொலிகளைத் தானே உச்சரிக்க வல்ல ஓர் இயந்திரத்தை—உருவாக்க வேண்டுமாயின் அதற்கு மனிதனது தொண்டை, நாக்கு இரண்டும் கொண்ட மூல அமைப்பு ஒன்றையும் மற்றும் மின்னணுச் செவியினையும் அளித்தாக வேண்டும்.

மிகவும் சிக்கலான நுண்ணுணர்வு படைத்த செவிக் கருவியை இயற்கை நமக்கு அளித்திருக்கிறது. எந்த மைக்கிலும் நமது செவியுடன் போட்டி போட முடியாது. நமது நடுக்காதிலே அமைந்துள்ள இக்கருவி செவிப்பறையிலிருந்து [eardrum] தொடங்குகிறது. செவிப்பறையானது ஒலி அதிர்வுகளை உட்செவிச்சுருள் [cochlea] எனப்படும் அமைப்புக்குச் செலுத்துகிறது. இந்த உட்செவிச்சுருளில் ஒரு சவ்வு இருக்கிறது. இச்சவ்வில் செவி நரம்புக் கிளை இழைகளைக் கிளர்த்திவிடும் நுண்ணுணர் உயிரணுக்கள் உள்ளன. அடிச் சவ்வென அழைக்கப்படும் இந்தச் சவ்வின் செவிப்புலன் உறுப்புக்கள் பல்வேறு அதிர்வெண்களுக்குரிய தொனிகளுக்கு இயைவிக்கப்பட்டிருக்கும் பியானோக் கம்பிகளுக்கு ஒப்பானவை எனலாம். செவிப்புலன் பாதை மூளையின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள பொறி மடல்களுக்குப் போய்ச் சேருகிறது. செவிப்புலன் மையங்கள் இங்கேதான் இருக்கின்றன. முடிவாகப் பார்க்கையில், இந்தச் செவிப்புலன் மையங்களின் செயல்களைச் செய்யவல்ல இயந்திர அமைவு ஒன்றைப் பொருத்தினால்தான் மெச்சத்தக்க உரையாடல் இயந்திரத்தை உருவாக்க முடியும்.

தற்போதுள்ள பேசும் இயந்திரங்கள் யாவும் மழலைப் பேச்சுக் கட்டத்திலுள்ளவையே. திபிலிசியிலுள்ள தானியங்கியாக்க, தொலையியக்கியல் கழகத்தால் உருவாக்கப்பட்ட இயந்திரம் ''எங்கள் இயந்திரம் படிப்பறிவுடையது, வாழ்க்

கை அறிந்தது'' என்று மாய முறையில் பேசுவது மெய்தான். சொற்களை அழுத்தம் திருத்தமாய் உச்சரிக்கிறது. ஆண்குரல், பெண் குரல், குழந்தைக் குரல் இதில் எதில் வேண்டுமானாலும் அதனால் பேச முடியும். இருந்தபோதிலும் அதன் குரல் மனிதக் குரலல்ல. ''யாந்திரிகத்'' தன்மை கொண்ட குரல் அது. மனிதக் குரலின் உணர்வு படைத்த பண்பும் நயமும் அதில் இல்லை. உணர்ச்சியின்றி களையின்றி ஈனசுரத்தில் ஒலிக்கிறது. 1961ல் இந்த இயந்திரம் வானொலியிலேகூட பேசிற்று; உலகப் பெண்கள் சதுரங்க சாம்பியனான ஜியார்ஜியப் பெண் நோனா கப்ரின்தஷ்விலிக்கு வானொலி மூலம் வாழ்த்துக் கூறிற்று. ''அன்புமிக்க நோனா, நீ கவனமாய் ஆடு'' என்று அது தனது உணர்ச்சியற்ற குரலில் கூறியது.

ஆனால் பொறியாளர்களைப் பொறுத்தவரை சோபையற்ற குரலில் பேசும் இயந்திரமே போதுமானது. தொழில் துறை வேலைமுறைகளை இயக்குதல்தான் இந்த இயந்திரத்துக்கு அளிக்கப்படும் முதலாவது பணியாய் இருக்கும். இதற்கு இக்குரலே போதும். இயந்திரங்களை ஓட்டுவோரும் மேலாளர்களும் அவர்களுடைய ஒழுங்கியக்கிக் கேந்திரத்தில் வரிசை வரிசையாய் ஏராளமாய்ப் பளிச்சிடும் விளக்குகளையும் முகப்புகளையும் அலைவுமானிக் கண்ணாடித் திரைகளையும் வைத்துக் கொண்டு வேலை செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. உள் வரும் எல்லாச் செய்திகளையும் கவனித்து ஆவன செய்வது மிகவும் கடினமான பணியாகிவிடுகிறது. பேசும் இயந்திரமாயிருந்தால் தேவைப்படும்போது அவர்களைக் கூப்பிட்டு நிலவரங்களை அவர்களுக்கு எடுத்துரைக்க முடியும். பல பொத்தான்களை அழுத்தி தனது கட்டளைகளைத் தெரிவிப்பதைவிட மைக்கினுள் அவற்றை வாயால் சொல்வது இயக்குநர்களுக்கு மிகவும் வசதியாயிருக்கும்.

திபிலிசி கழகத்தில் ஒரு சிறு ''ஆமை'' இருக்கிறது. ''நேரே போ'', ''திரும்பி வா'', ''இடம்'', ''வலம்'' என்பன போன்ற சுலபமான வாய்மொழிக் கட்டளைகளுக்குக் கீழ்ப்படிந்து நடக்கிறது. அதன் எஜமானரின் குரலுக்கு மட்டுமே அது கீழ்ப்படிந்து நடக்கும்படி அதனை இயைவிக்க முடியும். இதுகாறும் அது ஆய்வுக்கூடத்தில் தரையில் அங்குமிங்கும் போய்வரும் பொறியாகவே இருந்து வருகிறது. இதன் சந்ததிகள் வாய்மொழி உத்தரவுகளால் ஒழுங்கியக்கப்பட்டு இயங்கும் உருட்டு ஆலைகளாகவும் டிராக்டர்களாகவும் ஏனைய பல சூட்சுமங்களாகவும் செயல்படத் தொடங்கிவிடும்.

குறியறிவிப்புகளின் குறியறிவிப்பு

''பெயர்: மூஞ.; வயது: 52; எழுத்தறிவுள்ளவர்; வலக்கை வாகுள்ளவர்; சேர்க்கப்பட்டது: ஆகஸ்டு 23''—மாஸ்கோவிலுள்ள நரம்பியல் கழகத்தில் சிகிச்சைக்கு வந்த ஒருவரைப் பற்றிய மருத்துவக் குறிப்பில் நான் இதைப் படித்தேன். ''கண் பார்வை கோட்டமுற்றுவிட்டதாய்ச் சொல்கிறார். சில நாட்களுக்கு முன்பு சுவரில் ஒரு படத்தை மாட்டும்போது தலையைப் பின்பக்கம் சாய்த்தார். திடீரென்று வலித்தது. படுத்துக் கொண்டு கண்களை மூடிக் கொண்டார். பிற்பாடு எழுந்து சன்னலருகே சென்றார். தெருவில் வீடுகள் விநோதமாய்த் தட்டையாகத் தெரியக் கண்டார். நன்கு தெரிந்த பொருள்களையும் நண்பர்களையும்கூட எளிதில் அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை என்கிறார்....'' மருத்துவ ஆய்வுகளையும் சோதனைகளையும் பற்றிய விவரங்கள் அடங்கிய பக்கங்களைப் புரட்டிச் சென்று நரம்பியலாளரின் முடிவுரையைப் படித்தேன்: ''நோயாளியின் நிலையில் மாற்றம்

ஏதும் இல்லை. ஆட்களைப் பார்க்கிருர், ஆனுல் அடையாளம் தெரிந்து கொள்ளவில்லை. ஆள் யாரென்று பிற வழிகளில், அதாவது தாமறிந்த கழுத்துக் குட்டை அல்லது குரலைக் கொண்டு ஊகித்துக் கொள்கிருர். கண்ணுடியில் தெரியும் தமது உருவமே அவருக்கு அன்னியமாய்த் தோன்றுகிறது. சித்திரத்தின் தனிப்பட்ட கூறுகளை விவரிக்கிருர், ஆனுல் முழு உருவத்தைப் புரிந்து கொள்ளவில்லை....

''நோய் நிர்ணயம்: visual agnosia.'' ஓரக் குறிப்பு ஒன்று காணப்பட்டது: ''புரணி மண்டலங்கள் 19, 39 பாதிக்கப்பட்டிருக்கலாம்.''

விஞேதமான கோளாருயல்லவா இருக்கிறது! அவருடைய கண் பார்வையில் ஏதோ கோளாறு, ஆயினும் மத்திய நரம்பு மண்டல நோய்களுக்கு சிகிச்சை அளிக்கும் நரம்பியல் மருத்துவமனையில் சேர்க்கப்பட்டிருக்கிருர். இவருடைய கட்புலன் மண்டலம்தான் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறதென்று நினைக்கத் தோன்றும், ஆனுல் 17, 18ஆம் மண்டலங்கள் நன்ருகவே இருக்கின்றன. கட்புலனுடன் சம்பந்தப்படாதவையாகத் தோன்றும் 19, 39ஆம் மண்டலங்கள் பாதிக்கப்பட்டிருப்பதாய்க் கருதப்படுகிறது. (19ஆம் மண்டலம் கட்புலன் மண்டலத்தை ஒட்டியுள்ளது, ஆகவே இது ஏதோ ஒரு வழியில் கட்புலனுடன் சம்பந்தப்பட்டதாய் இருக்கலாம்.) உண்மையில் இவரால் பொருள்களைப் பார்க்க முடிகிறது. ஆகவே நேரடியான கட்புலனுக்குப் பொறுப்பான புறணி மண்டலங்கள் நல்ல நிலையிலேதான் இருக்கின்றன. நமக்குத் தெரிந்த பொருள்களையும் ஆட்களையும் பார்த்ததும் நாம் புரிந்து கொள்வதற்கு உதவும் மூளையின் சில மேல்நிலைச் செயற்பாடுகள்தான் பாதிக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

இந்த நோய்க்குப் பல வகைகளும் உண்டென்று நரம்பியல்

கழகத்தில் என்னிடம் சொன்ஞர்கள். நோயாளி கண் பார்வையைக் கொண்டு பொருள்களை அடையாளங் கண்டு கொள்கிருர், ஆனல் சப்தங்களைப் புரிந்து கொள்வதில்லை. மோட்டார் காரை அதன் ஹார்ன் சப்தத்தைக் கொண்டும், கடிகாரத்தை அதன் டிக்-டிக் ஒலியைக் கொண்டும் அவரால் தெரிந்து கொள்ள முடிவதில்லை. இவருடைய விவகாரத் திலும் பாதிக்கப்பட்டிருப்பது செவிப்புலன் மையத்தின் எல்லைப்புறப்பகுதிதான்—திரும்பவும் 39ஆம் மண்டலம்தான்.

வேருெரு நோயாளி ஒழுங்காய்ப் பார்க்கவும் கேட்கவும் செய்கிருர், ஆனல் ஊறுணர்வைக் கொண்டு பொருள்களை அவரால் தெரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. இவருக்கு ஊறு ணர்வுக்குப் பொறுப்பான மண்டலத்தில் ஒரு பகுதியும், திரும்பவும் அதே 39ஆம் மண்டலமும் பாதிக்கப்பட்டிருக் கின்றன.

விந்தையான இந்த 39ஆம் மண்டலம் மூளையின் வரை படத்தில் பின்மண்டைப் பிரிவில் உள்ள கட்புலன் மண்டலம், பொறிப்பிரிவில் உள்ள செவிப்புலன் மண்டலம், உச்சிப்பிரி வில் உள்ள ஊறுணர்வு மண்டலம் ஆகியவை ஒன்றுசேரும் இடத்தில் இருக்கக் காண்கிரும். இது ஓரளவு பெரும் பரப்பில் அமைந்துள்ளது. மூளையின் மிக முக்கிய செயற் பாடுகளில் பலவற்றுக்கு இது பொறுப்பானது. 39ஆம் மண்டலமும் அதையொட்டியுள்ள 40ஆம் மண்டலமும் மனித மூளையில் மட்டுமே உள்ளன. பாலூட்டிகளின் பரிணும வரலாற்றில் மிகவும் பிற்காலத்திலேதான் இவை உருவாகி வளர்ந்தன. மனிதனுக்கு மட்டுமே உரிய அறிவாற்றல், குறிக் கோள் வழிப்பட்ட செயலாற்றல் ஆகிய தனி இயல்புகளுக்கு இவையே பொறுப்பானவை. இவை உழைப்பு வினையாக் கத்தின் போது பரிணமித்தன.

மனிதக் குரங்கை மனிதனுய் மாற்றிவிட்ட உழைப்பானது, குறிக்கோள் வழிப்பட்ட செயல்ாற்றலால் சுற்றுச்சார்பில் ஏற்படும் மாறுதல்களைப் பகுத்தாயும் பொருட்டு மூளைப் புறணியில் ஒரு தனிப் பகுதியை வளரச் செய்தது. உழைப்பு முறை ஒழுங்கமைக்கப் பெற்று திட்டப்படி நடந்தாக வேண்டும். இதற்கு ஏற்பாடு செய்வது 40ஆம் மண்டலம். மனிதன் தனது வாழ்நாளில் மிகப் பல திறன்களையும் ஆற்றல்களையும் கற்றுத் தெரிந்து கொள்கிருன். 40ஆம் மண்டலம் திறம்பட இயங்கும்வரை அவன் இவற்றை இழக்காது வைத்துக் கொள்கிருன். இம்மண்டலத்தில் ஏதேனும் கோளாறு ஏற்பட்டதும் தனக்கு நன்கு தெரிந்த செயல்களைச் செய்யவும், தனக்கு நன்கு பழக்கமான பொருள்களை உபயோகிக்கவும் திறனற்றவனுகி விடுகிருன். அவனுல் ஆடைகள் அணிந்து கொள்ள முடியவில்லை, சட்டையில் பொத்தானைப் போட்டுக் கொள்ள முடியவில்லை, டம்ளரில் தண்ணீரை ஊற்றிக் கொள்ள முடியவில்லை. எளிய செயல்களைச் செய்ய முடிந்தாலுங்கூட, சிக்கலானவற்றைச் செய்ய முடிவதில்லை; முக்கியமாய்க் கருத்தியலான செயல்களை, அதாவது கற்பனைத் தட்டிலிருந்து கற்பனைக் கரண்டியைக் கொண்டு உணவருந்துவதில் அடங்கியுள்ள செயல்களைச் செய்ய முடிவதில்லை. உதாரணமாய், சிகரெட்டைப் பற்ற வைப்பதிலுள்ள செயல்களை எடுத்துக் கொண்டால், அவன் தீக்குச்சியைத் தீப்பெட்டியின் மருந்தில்லாத வழவழப்பான பக்கத்தில் கிழிப்பான் அல்லது தீக்குச்சியை வாயில் வைத்துக் கொண்டு சிகரெட்டைத் தீப்பெட்டியில் கிழிப்பான். இத்தகைய ஆளால் எளிய வரைகோட்டு அமைப்புகளை வரையவோ, தீக்குச்சிகளைக் கொண்டு எளிய வடிவகணித உருவத்தை அமைத்திடவோ முடியாது.

இந்த ஆளின் விவகாரத்திலுங்கூட, குறிப்பிட்ட எந்தவொரு அசைவுக்குமான ஒழுங்கியக்கி சூட்சுமமும் பாதிக்கப்பட்டுவிடவில்லை (இயக்கு மையம் ஒழுங்காகவே செயல்படுகிறது); செயலுக்குரிய பொதுவான திட்டம்தான், பயிற்சி மூலமாகவும் அனுபவத்தின் மூலமாகவும் பெறப்பட்ட உழைப்புத் திறன்கள்தான் பாதிக்கப்பட்டுவிட்டன. மனிதனுல் வளர்த்துக் கொள்ளப்பட்ட இயக்குச் செயற்பாட்டின் மிக உயர்ந்த வடிவம் பாதிக்கப்பட்டுவிட்டது.

ஆனுல், அதேபோதில், அறிவாற்றலுக்கும் அனுபவத்துக்கும் 39ஆம் மண்டலமும், குறிக்கோள் வழிப்பட்ட செயலுக்கு 40ஆம் மண்டலமும் பொறுப்பானவை என்பதாய் அறுதியிட்டுக் கூறிவிடவும் முடியாது. மிக உயர்ந்த நரம்பு மண்டலச் செயற்பாடுகளை மூளை முழுமொத்த அமைப்பாய் இயங்கச் செய்து முடிக்கிறது. பேச்சினை ஆராய்வோமானுல் இது மிகவும் தெளிவாய் விளங்கும். உழைப்பின் போது அனுபவத்தையும் கருத்துக்களையும் பரிமாறிக் கொள்வதற்கான சாதனமாய்ப் பேச்சு தோன்றிப் பரிணும வளர்ச்சி பெற்றது. வாய்மொழியிலான செய்திப் போக்குவரத்துதான் மனித மூளை பெற்றுக் கொண்ட மிகச் சமீபக் காலத்திய செயற்பாடு. மூளையின் கட்டமைப்பில் இதனுல் நிச்சயம் மாற்றங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டுமென்பது தெளிவு.

''வளர்ச்சியுற்று வந்த பிராணி உலகம் மனிதக் கட்டத்தை வந்தெய்தியபோது நரம்பு மண்டலச் செயற்பாட்டுக்கான சூட்சுமங்களுடன் மிகவும் முக்கியமான ஒன்று புதிதாய்ச் சேர்க்கப்பட்டது'' என்று இவான் பாவ்லவ் எழுதுகிருர். ''பிராணியினிடத்து எதார்த்தமானது உயிரமைப்பின் கட்புலன், செவிப்புலன் அல்லது ஏனைய ஏற்பிகளின் தனிவகை உயிரணுக்களை நேரடியாய் வந்தடையும் தூண்டல்களாலும்

அவை மூளையின் அரைக்கோளங்களில் விட்டுச் செல்லும் தடங்களாலுமே அனேகமாய் முழு அளவுக்குக் குறியறிவிக்கப் படுகின்றன. இவற்றையேதான் நாமுங்கூட நம்மைச் சுற்றிலு முள்ள இயல் உலகு, சமுதாய உலகு இவை பற்றிய பிம்பங் களாகவும் உணர்ச்சிகளாகவும் கருத்துக்களாகவும் வைத்திருக் கிறோம். இதற்கு ஒரேவொரு விதிவிலக்கு பேச்சு வடிவிலோ எழுத்து வடிவிலோ அமைந்த சொல் மட்டுமேதான். எதார்த்தத்தின் இந்த முதலாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பு [first signal system] மனிதனுக்கும் பிராணிகளுக்கும் பொது வானது. ஆனால் பேச்சு எதார்த்தத்தின் இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பாகும். முதல் குறியறிவிப்புகளின் குறியறிவிப்பான இது நமக்கு மட்டுமே உரியதாகும்.''

முதலாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பின் மூலம் முடிவின்றி வந்து குவியும் பிரத்தியேகத் தகவலிலிருந்து சாரப் பொருளைப் பிழிந்து பிரித்தெடுத்து இந்த சாராம்சத்தைச் சுருக்கித் திரட்டுவதென்ற மனிதனுக்கே உரிய தனி ஆற்ற லானது மேற்கூறிய இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்புடன் சம்பந்தப்பட்டதாகும். இவ்வாறு செய்வதற்கு, ஒரு பொரு ளின் ஒரு பிரத்தியேகப் பண்பு எந்த நிலைமைகளிலும் அப் பொருளின் குறிச்சின்னமாய் விளங்கக்கூடிய மனம் போன போக்கிலான ஏதேனும் ஒரு குறியால் குறிக்கப்பட வேண்டும். இந்தக் ''குறிச்சின்னம்தான்'' சொல் எனப்படுவது. இது ''குறிகளின் குறி'' ஆகும். சொல் மூலமான உணர்வு முறை தான் இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பாகும். இதில் பேசப்படும் அல்லது கேட்கப்படும் அல்லது காணப்படும் சொல் நெறியாக்கத் தூண்டலாகிவிடுகிறது. சொல் எந்த வடிவில் அமைந்திருந்த போதிலும் மூளை அதனை அடையாளம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும்; வெவ்வேறு சொற்களிடை

யிலும் தொடர்புகளை நிறுவிக் கொள்ள வேண்டும்; பேச்சு விவகாரத்தில் ஒரு சொல்லை, ஏன் ஒரு முழு வாக்கியத்தையே வாய் அதனை உச்சரிக்குமுன்பே மனத்துள் உருவாக்கிக் கொள்ள வேண்டும்.

நம்மைச் சுற்றிலுமுள்ள உலகைச் சேர்ந்த பொருள்களுக்கும் அவற்றின் உள்ளடக்கக் கூறுகளுக்குமான பிம்பங்களின் ''திரட்டை'' மூளை தன்னுள் வைத்திருப்பதாய் விஞ்ஞானிகள் நினைத்து வந்தபோது, இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பு பற்றிய அவர்களது கருத்து இன்னும் வளர்ச்சி பெறுத ஆரம்ப நிலையிலேதான் இருந்தது. சொற்கள் பொருள்களின் பெயர்களாகும். ஆகவே முதலாவது அமைப்பின் அலகுகளை இரண்டாவதன்மேல் எறிபடிவாய்ப் பதித்தால் போதும், மற்றொரு திரட்டு கிடைத்துவிடும்; இதில் முதலாவது அமைப்பின் ஒவ்வொரு பிம்பமும் இரண்டாவது அமைப்பிலுள்ள அதன் பெயருடன் இணைந்து பொருந்திவிடும்.

ஆனால், ''மீண்டும்'', ''இல்லாத'', ''ஆயினும்'', ''அல்லது'' போன்ற சொற்களை எத்தகைய பொருள்களின் குறிகளாய்க் கொள்வதென உடலியலாளர்கள் வினவினர். சொற்களின் ''நீங்கள் பார்க்கிறீர்கள்'', ''அவர் பார்க்கிருர்'', ''அவர்கள் பார்த்தார்கள்'' என்பன போன்ற பல்வேறு இலக்கண வடிவங்கள் எவ்விடத்தில் அமைந்துள்ளன? ''சார்பு நிலை'' அல்லது ''வீதாச்சாரம்'' போன்ற சொற்குறிகள் குறித்து என்ன சொல்வது? முதல் குறியறிவிப்பு அமைப்புக்கும் இரண்டாவதற்கும் நெருங்கிய தொடர்பு உண்டென்ருலும், அது மேலே கூறியது போன்ற எளிய வடிவகணித எறிபடிவு அல்ல.

மூளையின் எல்லாச் செயற்பாடுகளுமே குறிப்பிட்ட தனித் தனி மண்டலங்களுக்கு உரியவை என்னும் கருத்து என்

மனத்தில் ஆழப் பதிந்துவிட்டதால், பேச்சு மையம் எங்கமைந்திருக்கிறது என்று தெரிந்து கொள்ள விரும்பினேன்.

''அது போன்ற மையம் எதுவும் இல்லை'' என்று நரம்பியல் கழகத்தில் கூறினர்''புறணியின் பல்வேறு பகுதிகளில் பல மண்டலங்கள் ஏதேனும் ஒரு வழியில் பேச்சுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ளன. பேச்சின் இயக்கு மையம், செவிப்புலன் மையம், கட்புலன் மையம் ஆகிய ஒவ்வொன்றும் பேசுதல், கேட்டல், படித்தல் ஆகிய மூன்று செயல்களில் ஒன்றுடன் தொடர்பு கொண்டிருக்கிறது. பேசுகையிலும் எழுதுகையிலும், உரக்கவோ அல்லது மனத்துள்ளோ படிக்கையிலும் பேச்சு உறுப்புத் தொகுதியின் வெவ்வேறு பிரிவுகள் செயல்படுகின்றன. இவற்றில் ஒன்று கோளாறுகும்போது, இது தெளிவாய் விளங்குகிறது. பேச்சுத் திறனுக்கு ஏற்படும் பல்வேறு ஈனங்களும் பொதுவில் அஃபேசியா என்பதாய் அழைக்கப்படுகின்றன''. இதன்பின் நான் தலைமையான சோவியத் அஃபேசியா நிபுணரான டாக்டர் எஸ்பிர் பெயின் வேலை செய்யும்நரம்பியல் மருத்துவமனைக்குச் சென்றேன்.

நான் அங்கு சென்றபோது டாக்டர் பெயின் புதிதாய் சிகிச்சைக்கு வந்தவர்களைச் சோதனை செய்து கொண்டிருந்தார். அவ்வம்மையார் தான் செய்யும் சோதனைகளைப் பார்க்கும்படி என்னை அழைத்தார். பேசுத் திறனிழந்த ஒரு பெண்ணை அப்பொழுது சோதனை செய்யத் தொடங்கினுர். அந்தப் பெண்ணுக்கு ஏற்பட்ட கோளாறின் தன்மையை டாக்டர் பெயின் தீர்மானிக்க வேண்டியிருந்தது.

''நல்லது, இனி நாம் ஒருவரையொருவர் தெரிந்து கோள்வோம்'' என்று அவ்வம்மையார் ஆரம்பித்தார். ''நான்தான் உங்கள் டாக்டர். என்ன செய்கிறது என்று சொல்லுங்கள்.''

அந்தப் பெண் ஏதோ சொல்ல முயன்றார், ஆனால் பேச்சு வரவில்லை. கண்களில் கண்ணீர் ததும்பவே, கைக்குட்டையை வெளியே எடுத்தார். இதுவே சோதனையின் முதல் கட்டம் என்று டாக்டர் பெயின் என்னிடம் சொன்னார். சொற்களை உச்சரிக்க முடிகிறதா, பேச்சின் இயக்கு மையம் ஒழுங்காய் இயங்குகிறதா என்று பார்ப்பதே இந்த முதல் கட்டத்தின் நோக்கம். வாக்கியத்தின் இலக்கண அமைப்புகளை அந்தப் பெண் புரிந்து கொள்கிறாரா என்று சோதிப்பது அடுத்த கட்டமாகும்.

"எந்த வாக்கியம் பொருளுடையது, எது அபத்தமானது என்று பார்ப்போம். 'சூரிய ஒளி பூமியில் வீசுகிறது'; 'பூமி ஒளி சூரியனில் வீசுகிறது'"—இவ்விரு வாக்கியங்களையும் டாக்டர் பெயின் மெள்ள உச்சரித்துக் காட்டிவிட்டு, பதிலுக்காகக் காத்திருந்தார். ஆனால் பதில் கிடைக்கவில்லை. பிறகு 'வேடர் கரடியைச் சுட்டார்'; 'கரடி வேடரைச் சுட்டது' —இவ்விரு வாக்கியங்களில் எது சரி என்று கேட்டார். திரும்பவும் அந்தப் பெண்ணால் பதில் கூற முடியவில்லை.

"பென்சிலைப் புத்தகத்தின் மேல் வையுங்கள்" என்று டாக்டர் பெயின் இடைச்சொல்லை அழுத்திக் கூறினார். அந்தப் பெண் புத்தகத்தையும் பென்சிலையும் எடுத்து வைத்துக் கொண்டு என்ன செய்வதென்று தெரியாமல் தடுமாறினார். "பென்சிலைப் புத்தகத்தின் மேல் வையுங்கள்" என்று டாக்டர் பெயின் தெளிவாய்த் திரும்பத் திரும்பக் கூறினார். முடிவில் அந்தப் பெண் டாக்டர் சொன்னபடி ஒருவாறாய்ச் செய்து முடித்தார்.

"இப்பொழுது பென்சிலைப் புத்தகத்துக்கு அடியில் வையுங்கள்." மறுபடியும் அந்தப் பெண் சற்று நேரம் தட்டுத் தடுமாறிவிட்டு முடிவில் அவ்வாறே செய்தார்.

டாக்டர் பெயின் குறிப்பு எழுதிக் கொண்டு, சோதனையைத் தொடர்ந்தார். ''சில சொற்களைக் கூறுகிறேன், அவற்றை நீங்கள் எழுதிக் காட்ட வேண்டும்'' என்றார்.

இப்பொழுதுதான் எழுதக் கற்றுக் கொள்கிறவர் மாதிரி அந்தப் பெண் கோணலாய்ப் பென்சிலைப் பிடித்துக் கொண்டார். கை நடுங்கிற்று. அவர் எழுதிய முதல் சொற்கள் கோணல்மாணலாய் இருந்தபோதிலும் புரியும்படியாகவே இருந்தன. பிறகு அவருடைய கை வழுக்கிச் சென்றுவிட்டது. காகிதமும் பென்சிலும் கீழே தரையில் விழுந்தன. ''வரி வடிவப் பேச்சில் கோளாறு. இருப்பினும் யாவும் நன்கு நடைபெறின் இரண்டு மாதங்களில் குணமாகிவிடும்'' என்றார் டாக்டர் பெயின்.

நரம்பியல் மருத்துவமனையில் நான் ஒரு முழு நாள் இருந்து, பல வார்டுகளுக்கும் சென்று, நோயின் பல்வேறு வளர்ச்சி நிலைகளில் இருந்தோரையும் பல்வேறு அளவுக்குக் குணமாகி வந்தோரையும் பார்த்தேன். பல்வேறு வகையான பேச்சுக் கோளாறுகளையும் கண்ணுற்றேன். பொருளுள்ள பேச்சிற்கு அடிப்படையாய் அமைந்த பல்வேறு புறணி மண்டலங்களிலும் கிளர்ச்சிகளாலும் தடையுறுத்தல்களாலுமான சிக்கலான, ஆனால் ஒழுங்கு முறைப்படி அமைந்த செயற்கோவையை எனக்கு இவைப் படிப்படியாய்ப் புலப்படச் செய்தன. நோய் இந்த ஒழுங்கு முறையைக் குலைத்துவிடுகிறது. இதனால் மனித உள்ளத்துக்குள்ள அரும்பெரும் ஆற்றலான பேச்சின் உள்ளடக்கக் கூறுகள் புலப்படத் தொடங்குகின்றன.

பேச்சுக்குரிய செயற்பாடுகளில் மூளையின் இரு அரைக் கோளங்களும் ஆற்றும் பங்கு ஒரே மாதிரியானதல்ல. இடது அரைக்கோளம் வலது அரைக்கோளத்தைக் காட்டிலும்

அதிக வளர்ச்சியடைந்தது என்பது தெரிந்ததே. இடது அரைக்கோளத்தால் ஒழுங்கியக்கப்படும் வலக் கரம் இடக் கரத்தைக் காட்டிலும் வலிமை வாய்ந்தது, திறமை படைத்தது என்பதும் தெரிந்ததே. இடது அரைக்கோளத்தில் கோளாறு ஏற்படுமாயின், பேசுவதற்கும் எழுதுவதற்குமுள்ள ஆற்றல் வெகுவாய்ப் பாதிக்கப்பட்டுவிடுகிறது. இது வலக் கை வாகுடையோருக்கு மட்டுமே பொருந்தும். இடக் கை வாகுடையோருக்கு இதற்கு நேர் எதிரான முறையில் ஏற்படுகிறது. தொடக்கத்தில் நான் கூறிய மருத்துவக் குறிப்பில் ''வலக் கை வாகுடையவர்'' என்று குறிக்கப்பட்டதற்கு இதுவேதான் காரணம்.

சொற்களையும் சொற்களில் அடங்கிய தனித்தனி ஒலிகளையும் உச்சரிப்பதே சாராம்சத்தில் பேச்சு எனப்படுவது. இந்தச் செயல்முறையில் பிரதான பங்காற்றுவது, மூன்ருவது இடது முன்புற மடிப்பே ஆகும். 44, 45ஆம் மண்டலங்கள் இதைச் சுற்றிலும்தான் அமைந்திருக்கின்றன. இதுவே பேச்சின் இயக்கு மையம். ஒலிகளை உச்சரிப்பதற்காக உதடுகள், நாக்கு, குரல்வளை இவற்றின் அசைவுகள் அவசியமானதைத் தொடர்ந்து இம்மையம் வளர்ச்சி பெற்றது. மூளையின் இப்பகுதியில் குலைவு ஏற்படுமாயின், நோயாளியால் சொற்களை நன்கு கேட்கவும் புரிந்து கொள்ளவும் முடிகிறதென்ருலும், தெளிவாய்ப் பேச முடியாமற் போய்விடுகிறது, அல்லது நன்கு உச்சரிக்கப்படாத சில சொற்களுடன் அவருடைய பேச்சு நின்றுவிடுகிறது. இப்பகுதியில் ஏற்படும் சிறு காயத்தால் பல்வேறு அளவுகளுக்குப் பேச்சுத் திறன் குலைக்கப்படுகிறது. எழுதுவதிலும், அதாவது கையின் அசைவையும், தலை, கண்கள் இவற்றின் அசைவையும் ஒருங்கிணைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றலிலும், இதையொத்த இடர்ப்பாடுகள் ஏற்படலாம்.

நாம் எழுதக் கற்றுக் கொள்கையில் அசைவுகளுக்கான திட்டம் ஒன்று மூளையில் படிப்படியாய் உருவாகிறது. இத்திட்டத்தின்படி நமது அசைவுகள் நடைபெறுகின்றன. இந்தத் திட்டம் உருவாவது, மனிதனது குறிக்கோள் வழிப்பட்ட ஏனைய எல்லாச் செயல்களையும் போல, 40ஆம் மண்டலத்தையே சார்ந்திருக்கிறது. இம்மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டதும் ஒருவர் எழுதும் ஆற்றலை இழக்க நேர்கிறது. ஆயினும் மறைவது கை பின்பற்ற வேண்டிய செயல்திட்டமேயன்றி, எழுதும் ஆற்றலல்ல.

பேச்சும்கூட தெளிவான ஒரு திட்டத்தின்படியே நடந்தேறுகிறது. ஓர் ஒலியை உண்டாக்குவதற்கான ஒவ்வொரு செயலையும் தொடர்ந்து செவியுணர்ப் பேச்சு மையத்தால் மனத்துள் சொல்லிப் பார்ப்பதன் வாயிலாய் இச்செயலின் விளைவுகள் பகுத்தாயப்படுகின்றன. சொல்லின் ஆக்கம் சரி பார்க்கப்படும் இந்தச் செயல் 22ஆம் மண்டலத்தின் முன்புறப் பகுதியில் நடந்தேறுகிறது. இம்மண்டலம் பாதிக்கப்பட்டதும், ஒருவரால் பிழையின்றி உச்சரிக்கப்படும் ஒலிகளிலிருந்து சொல்லை அமைத்துக் கொள்ள முடியாமற் போய் விடுகிறது. இயக்கு மையத்துக்கும் செவிப்புலன் மையத்துக்கும் இடையிலுள்ள தொடர்புகள் குலைவுறும்போது, ஒலிகள் மாற்றப்பட்டுக் குழப்படியாகிவிடுகின்றன; வேண்டாத ஒலிகள் சேர்த்துக் கொள்ளப்படுகின்றன.

22ஆம் மண்டலம் பொறிப்பிரிவில் இருக்கிறது. பக்கத்திலுள்ள 21ஆம் மண்டலத்துடன் சேர்ந்து இது செவியுணர்ப் பேச்சு மையமாய்ச் செயல்படுகிறது. வாய்ப் பேச்சுப் புலனறிவு இங்குதான் நடைபெறுகிறது. கட்புலன் (சொல்) மையத்தில் குலைவு ஏற்படுகையில், எழுதப்பெற்ற அல்லது அச்சிடப் பெற்ற சொற்களைப் புரிந்து கொள்ள முடியாமற் போவது

போலவே, செவியுணர்ப் பேச்சு மையத்தில் குலைவு ஏற்படுகையில், பேசப்படும் சொற்களைப் புரிந்து கொள்ள முடியாமற் போய்விடுகிறது.

பேச்சின் செவிப்புலன், கட்புலன் மையங்களுக்கு இடையில் 37ஆம் மண்டலமும் மேலே கூறிய 39ஆம் மண்டலமும் உள்ளன. 37ஆம் மண்டலத்தில் குலைவு உண்டாகும்போது, ஒருவரால் தாம் நன்கு அறிந்த பொருள்களின் பெயர்களைக் குறிப்பிட முடியாமற் போகிறது; கத்தியை ''வெட்டும் பொருள்'' என்பதாகவும், தம்ளரைத் ''தண்ணீர் குடிப்பதற்கான பொருள்'' என்பதாகவும் சொல்ல முற்படுகிறார். இத்தகைய கோளாறுகள் பல்வேறு பேச்சு மையங்களின் செயற்பாட்டில் இசைவின்மையாலும், அல்லது முதலாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பிலிருந்து இரண்டாவதுக்கு நரம்புத் தூண்டல்கள் அனுப்பப்படுவதில் ஏற்படும் குறைபாட்டினாலும் தோன்றக்கூடும்.

இதே முறையில், வரிவடிவங்கள், வரிவடிவ இணைவுகளைத் தெரிந்து கொள்வது ''அடையாளங் கண்டு கொள்ளும் மையமாய்ச்'' செயல்படும் 39ஆம் மண்டலத்தின் பிழையற்ற செயற்பாட்டை மட்டும் பொறுத்திருக்கவில்லை. கட்புலன், செவிப்புலன், இயக்குப் பேச்சு மையங்களுக்கிடையிலான தற்காலிகத் தொடர்புகளில் உண்டாகும் கோளாறுகள் காரணமாகவும் இது அடிக்கடி பாதிக்கப்படுகிறது. படிக்கையில் நாம் சொற்களின் காட்சிப் பிம்பத்தை குரலில்லாப் பேச்சாய் மனதுக்குள் பெயர்த்துக் கொள்கிறோம். இந்தச் செயல்முறையில் செவிப்புலன், இயக்குப் பேச்சு மையங்களும் பங்கெடுத்துக் கொண்டாக வேண்டும்.

நமது உணர்வு செய்வது புற உலகின் பிம்பங்களைக் காட்டுவது மட்டுமல்ல. நிகழ்ச்சிகளின் சாரப் பொருளை, விசும்பு,

காலம் என்பன போன்ற பௌதிக இயல்புருக்களை அவை சார்ந்திருப்பதை நாம் புலனுணர்கிறேம். பேச்சானது விசும்பிலும் காலத்திலும் பொருள்களுக்குமிடையிலும் நிகழ்ச்சிகளுக்குமிடையிலும் இருக்கும் பிரத்தியேக உறவுகளை உணர்த்தியாக வேண்டும். இலக்கணத்தின் மூலமும், சொற்களின் திரிபுருக்களையும் இடைச்சொற்களையும் சுட்டெழுத்துக்களையும் உபயோகிப்பதன் மூலமும் இது செய்யப்படுகிறது. முன்புறப் பிரிவிலுள்ள 46ஆம் மண்டலத்தில் குலேவு ஏற்படுமாயின், இலக்கண விதிகளின்படி வாக்கியங்களை அமைக்கும் ஆற்றலை ஒருவர் இழந்துவிடுகிறுர்; விசும்பிலும் காலத்திலும் பொருள்களிடத்தே நிலவும் உறவுகளைச் சொற்களின் வாயிலாய் அவரால் விவரிக்க முடியாமற் போய்விடுகிறது.

ஒருவருடைய பேச்சைக் கேட்கையிலும் புத்தகம் படிக்கையிலும் வாக்கியங்களை நாம் இலக்கண வழியில் புரிந்துகொள்ளும் திறனுடையோராய் இருக்க வேண்டியிருக்கிறது. 37, 39, 40ஆம் மண்டலங்களில் கோளாறு ஏற்படும் ஒருவருக்கு இத்திறன் இல்லாமற் போய்விடுகிறது. இத்தகையவருக்குத் ''தந்தையின் மகன்'', ''மகனின் தந்தை'' இவை இரண்டுக்குமுள்ள வித்தியாசம் புரியாமற் போய்விடலாம். (அதாவது டாக்டர் பெயினிடம் சிகிச்சைக்கு வந்தவரின் விவகாரத்தில் பார்த்தது போல, ''சூரிய ஒளி பூமியில் வீசுகிறது'', ''பூமி ஒளி சூரியனில் வீசுகிறது'' என்னும் இரு வாக்கியங்களிடையிலுள்ள வித்தியாசத்தை உணர முடியாமற் போகிறது.) ''உலாவச் செல்லுமுன் வேலையை முடித்தேன்'' என்னும் வாக்கியத்தில் அவர் நிகழ்ச்சிகளின் வரிசை வாக்கியத்திலுள்ள சொற்களின் வரிசைப் பிரகாரம் இருப்பதாய், அதாவது ''உலாவுதல்'' ''வேலைக்கு'' முன்னதாக நடைபெற்றதாய்ப் புரிந்துகொண்டுவிடலாம். சிலுவையை வட்டத்

துக்குமேல் வரையும்படிச் சொன்னதும் (அல்லது புத்தகத்துக்கு அடியில் பென்சிலை வைக்கும்படிச் சொன்னதும்) அவர் வாக்கியத்தின் உள்ளார்ந்த காரணகாரியத் தொடர்பின் வழியிலில்லாமல் சொல் வரிசையில் இதைச் செய்திடுவார்—அதாவது முதலில் சிலுவையை வரைந்து அதற்கு அடியில் வட்டத்தை வரைய முற்படுவார்.

மூளையின் இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பு எவ்வளவு சிக்கலானது என்பதை இவை யாவற்றிலிருந்தும் ஓரளவு தெரிந்து கொள்ளலாம். பல்வேறு பேச்சு மையங்கள் தம்மிடையிலும் மற்றும் கட்புலன், செவிப்புலன், ஊறுணர்வுப் புலன் முதலான முதலாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பின் மையங்களுடனும் கொண்டுள்ள உறவுகள் குறித்து விஞ்ஞானிகள் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியவை இன்னும் நிறைய இருக்கின்றன.

தகவல் கடத்தலில் மூளைக்குள்ள ஆற்றல்

மூளையின் எந்த உயர்நிலை உளச் செயற்பாடும் குறியறிவிப்புகளது கடத்தலின் அடிப்படையிலேதான் அமைந்திருக்க வேண்டும். இந்தக் குறியறிவிப்புகள் சிக்கலானவையாகவோ, இரண்டாவது அமைப்புக்குரியனவாகவோ இருக்கலாம். ஆகவே நரம்பு மண்டலம் முழுவதையும் போலவே மூளையையும் தகவல் தத்துவத்தின் [information theory] கண்ணோட்டத்திலிருந்து ஆராய முடியும். தகவல் போக்குவரத்து அமைப்புகளின் மூலம் தகவலைக் கடத்துவது பற்றிய கணித நெறியே தகவல் தத்துவம் என்பது. தகவல் போக்குவரத்து அமைப்பு தொலைபேசி, தந்தி, வானொலி போன்ற தொழில்நுட்ப அமைப்புகளாகவும் இருக்கலாம்; உயிரமைப்பினுள் தகவல்

களின் கடத்தலுக்கான உடலியல் அமைப்புகளாகவும் இருக்கலாம்.

உயிரமைப்பினுள் தகவல்கள் மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கப் படுகின்றன. மூளை இவற்றைப் பதனம் செய்து, தக்க உத்தரவுகளை வெளியனுப்புகிறது. இதே போன்ற வழியில்தான் தகவல்கள் இரண்டாவது குறியறிவிப்பு அமைப்பையும் வந்தடைகின்றன. மனமறிந்த முறையிலே தகவலைப் பதனம் செய்வதற்கு எவ்வளவு நேரம் பிடிக்கிறது?

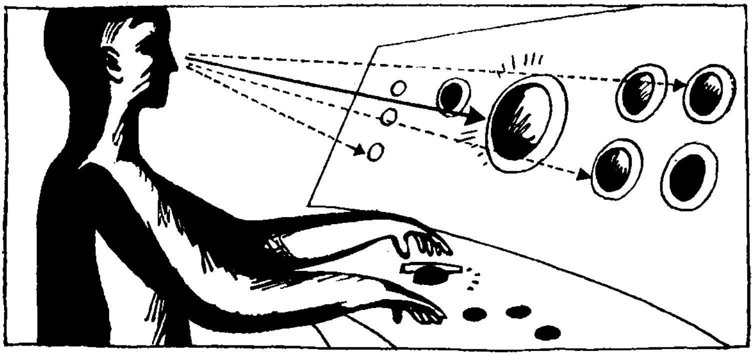
சீட்டுக் கட்டை நன்ருய்க் கலைத்து ஒருவரிடம் கொடுத்து சீட்டுகளை ஜாதிகளாய் அடுக்கும்படிச் சொல்வதாய் வைத்துக் கொள்வோம். அல்லது அனுபவம் வாய்ந்த தட்டெழுத்தரை, குருட்டாம்போக்கில் தொகுக்கப்பட்ட எழுத்து வரிசையைத் தட்டெழுத்துப் பொறியில் அடித்துத் தரும்படிக் கூறுவதாய் வைத்துக் கொள்வோம். இவர்கள் இருவரும் குறியறிவிப்பின் தன்மையை மனத்துள் பகுத்தாய்ந்து தக்க விளைவினையை தேர்ந்தாய்ந்து கொள்ள வேண்டும். என்ன நடைபெறுகிறதென்று புரிந்து கொண்டு புறந் தூண்டலுக்கு விளைவினை புரிவதற்கு ஆகும் நேரம்தான், குறியறிவிப்பின் வகை பற்றிய தகவலைப் பதனம் செய்வதற்கு மூளைக்கு ஆகும் நேரமும். தகவல் தத்துவத்தைப் பயன்படுத்தி மூளையானது சாலச் சிறந்த தகவல் போக்குவரத்து அமைப்பாகச் செயல்படுகிறதென்பதை, அதாவது மிகவும் அறிவுசார்ந்த சிக்கன அமைப்பாய்ச் செயல்படுகிறதென்பதை உளவியலாளர்கள் கண்டனர்.

இதைப் புலப்படுத்துவதற்காகச் செய்யப்பட்ட சோதனைகள் பொறியியல் தகவல் போக்குவரத்துப் பாதைகளில் தகவல் கடத்தல் நடைபெறும் அதே முறையைப் பின்பற்றின. மனிதனைத் தகவல் சுற்றோட்டத்தில் ஒரு பகுதியாக வைத்துக்

கொண்டு இச்சோதனைகள் செய்யப்பட்டன. இவ்வாறுதான் விஞ்ஞானிகள் மனிதனுல் தகவல் பதனம் செய்யப்படுவதின் தனி இயல்புகளை ஆராய்ந்து, இவ்வழியில் பொறியியல் அமைப்புகளிலிருந்து உயிரமைப்பு எப்படி வேறுபடுகிறது என்பதை நிர்ணயிக்க முடிந்தது.

இத்தகைய சோதனை ஒன்றுக்கு உட்படுமாறு நான் அழைக்கப்பட்டேன். இது மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தில் உளவியல் துறையில் நடைபெற்றது. நவீன உளவியல் ஆராய்ச்சிகள் குறித்துத் தெரிந்து கொள்வதற்கு இங்கு நான் சென்றிருந்தேன். வரிசை வரிசையான பதிவுக் கருவிகளும் அலைவுமானிகளும் கட்டுப்பாட்டுக் குமிழ்களும் குறியறிவிப்பு விளக்குகளும் இருந்த அந்த அறை பார்ப்பதற்கு பௌதிகவியல் ஆய்வுக்கூடம் போலத் தோன்றியது. ஆய்வுக்கூடத்தின் ஒரு மூலையிலிருந்த கதவு சன்னல்கள் இல்லாத உலோகத் தகடுகள் அடிக்கப்பட்ட அறைக்குள் இட்டுச் சென்றது. பேராசிரியர் லியோன்தியெவின் துணைவர்களான ஆராய்ச்சியாளர்கள் என்னை உள்ளே சென்று அதனுள் இருந்த ஒரே ஆசனத்தில் அமரும்படிச் சொன்னார்கள். அந்த ஆசனத்துக்கு எதிரே ஒரு சிறு பலகையில் தந்தியடிக்கும் கருவிகளைப்போன்ற இரு பொறிகள் இருந்தன. ஆசனத்தின் முன்னால் ஒரு முகப்பில் பல மின் விளக்குகள் இருந்தன. வெவ்வேறு விளக்குகளும் பளிச்சிடுவதற்கேற்ப நான் பொருத்தமான ஒரு தந்திக் கருவியை அழுத்த வேண்டும் அல்லது எதாவது ஒரு சொல்லையோ பொருளற்ற ஒலித் தொகுப்பையோ சொல்ல வேண்டும்.

சோதனையின்போது உள்ளே இருப்பவரை வெளி உலகத்திலிருந்து தனிமைப்படுத்துவதற்காக அறைக் கதவு கெட்டியாய் மூடப்படுகிறது. விண்வெளியாளர்கள் சகிப்புச் சோதனை



களுக்கு உட்படுத்தப்பட்டு பல நாட்கள் அமர்ந்திருக்கும் ''நிசப்த அறைகளைப்'' போல இருந்தது அது. ஆனால் இந்தச் சோதனையின் நோக்கம் வேறுதலால் இங்கு தனிக் கொட்டடி வாசம் சிறிது நேரத்துக்கு மேல் நீடிப்பதில்லை. உளவிய லாளர்கள் வகுத்திருக்கும் திட்டத்தின்படி அமைந்த பல குறியறிவிப்புகளுக்கு அறையினுள் இருப்பவர் வினைவினை புரிந்தாக வேண்டும். இவ்வாறு ஒரு மணி நேரம் உள்ளே இருந்து வேலை செய்வது அயர்வூட்டும் அனுபவமாகும்.

அறைக்கு வெளியிலுள்ள ஆராய்ச்சியாளர் குருட்டாம் போக்கில் பல குறியறிவிப்பு விளக்குகளைப் பளிச்சிட செய்கிறார். உள்ளே இருப்பவர் ஒவ்வொரு குறியறிவிப்புக்கும் குறிப்பிட்ட முறையில் வினைவினை புரிந்தாக வேண்டும். குறியறிவிப்புகள் எந்த வரிசையில் வருமென்று அவருக்குத் தெரியாது. அந்தந்தக் குறியறிவிப்பு கிடைத்ததும் அதற்குச் சரியான வினைவினை புரிவதில் அவர் கவனம் ஒன்று குவிந்திருக்கிறது. இது போன்ற பல சோதனைகளைக் கொண்டு ஆராய்ச்சியாளர் வினைவினைக்கு ஆகும் நேரத்துக்கும் அந்தந்தக்

குறியறிவிப்பும் எடுத்துச் சென்ற தகவலின் அளவுக்கும் இடையிலான சம்பந்தத்தையும், அதன் மூலமாய் மூளை அதனைப் புலனறிந்து கொள்ளும் வேகத்தையும் நிர்ணயிக்கிறார்.

பிரிட்டிஷ் உளவியலாளரான டபிள்யூ. இ. ஹிக் [W.E. Hick] இவ்வகைச் சோதனைகளை முதன் முதலாய் நடத்தியவர்களில் ஒருவராவார். விநாடிக்கு சராசரி 5 'பிட்' வீதம் நமது மூளை தகவலைப் பதனம் செய்கிறதென்று அவர் முடிவு செய்தார். ஆனால் அவர் சம அளவு சாத்தியப்பாடுள்ள சொற்பக் குறியறிவிப்புகளின் அடிப்படையில் இந்த முடிவுக்கு வந்தார். மேலும் அவர் சோதனைக்கு உள்ளானவரின் வினைவினை நேரத்தைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளாமலே அசைவு அல்லது வாய்மொழி வினைவினையை மட்டும் கொண்டு இந்த முடிவுக்கு வந்தார். குருட்டாம்போக்கிலான நேர இடைவெளிகளில் குறியறிவிப்புகள் வரும்போது மூளையானது எந்நேரமும் விழிப்புடன் இருக்க வேண்டியுள்ளது என்பது தெளிவு. இதன்றி, குறியறிவிப்புகள் முக்கியத்துவத்திலும் ஒன்றுக்கொன்று வித்தியாசமானதாய் இருக்கலாம். உதாரணமாய், தானியங்கி உற்பத்தி அமைவில் வேலை செய்யும் ஒருவர் வெப்பநிலையையும் அழுத்தத்தையும் பற்றிய வழக்கமான அறிவிப்புகளுடன் கூடவே, உற்பத்தி அமைவில் குலைவு ஏற்படுவதைக் குறிக்கும் அபாயக் குறியறிவிப்புக்கும் வினைவினை புரிகிறார். வழக்கமான குறியறிவிப்புகளைச் சமாளிக்க மூளைக்குத் தேவைப்படும் அதே அளவு நேரமா அபாய அறிவிப்பைச் சமாளிக்கவும் வேண்டியிருக்கும்? அதாவது, பத்துப் பன்னிரண்டு குறியறிவிப்புகள் எடுத்துச் செல்லும் சராசரியான தகவல் அளவை எடுத்துக் கொண்டு பயனில்லை. ஒவ்வொரு குறியறிவிப்பின் முக்கியத்துவத்தையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வது அவசியமாகும்.

தகவல் பதனத்தின் முற்றிலும் மனிதர்களுக்கே உரித்தான இந்த இயல்புகளை மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தில் உளவியலாளர்கள் ஆராய்ந்து வருகின்றனர். ஒரு சோதனையில் இரு குறியறிவிப்புகளில் ஒன்று அபாய அறிவிப்பாய்க் குறிக்கப்பட்டது. சோதனைக்கு உள்ளாகிறவர் இதற்கு மிகவும் சடுதியில் வினைவினை புரிய வேண்டுமென்று கேட்டுக் கொள்ளப்பட்டார். அவருடைய எதிர்வினை மெதுவாய் இருக்கையில் சாதனம் ''செயலற்று நின்றுவிட்டது'' (அதாவது ஆராய்ச்சியாளர் இணைப்பைத் துண்டித்துக் கருவிகளை நிற்கச் செய்தார்). குறியறிவிப்புகளை வெவ்வேறு முக்கியத்துவமுடையனவாய்ப் பிரித்ததும் உடனே சோதனையின் விளைவுகளில் இது தெரிந்தது. சோதனைக்கு உள்ளானவர் மிகவும் அவசரமான குறியறிவிப்பு வரக்கூடுமென்று எச்சரிக்கப்பட்டு விழிப்புடன் இருக்கும்படிச் செய்யப்பட்டதும், இந்த அபாய அறிவிப்புக்கு மூளை முன்னிலும் சீக்கிரமாய் வினைவினை புரிந்தது.

இவ்வாறு உயிரமைப்பில் குறியறிவிப்பின் விசேஷத் தன்மை மிகுந்த முக்கியத்துவமுடையதாகிவிடுகிறது. இதனுல் மூளையின் ஆற்றல் தூண்டிவிடப்பட்டு அது தகவலை மேலும் திறம்பட புலனுணர்ந்து எதிர்வினை புரிய முடிகிறது. ஆனுல் தகவல் தத்துவம் ஒரு செய்திக்கு இருக்கக்கூடிய இந்த விசேஷத் தன்மையைக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வதில்லை. செய்தியைக் கடத்துவதற்குத் தேவையான எழுத்துக்களின் எண்ணிக்கை மட்டுமே இத்தத்துவத்துக்கு முக்கியமானது. பொறியியல் செய்திப் போக்குவரத்து அமைப்புகளுக்கு இது சரியானதே. ஆனுல் நமது மூளை முற்றிலும் மாருன ஒரு கோட்பாட்டின்படி செயல்படுகிறது. முக்கியமான செய்திகளை வழக்கமான செய்திகளைக் காட்டிலும் விரைவாகக்

கைகளுக்கோ கால்களுக்கோ குரல்வளைக்கோ அது அனுப்பி வைக்கிறது. உயிருள்ள மூளைக்கும் மிகச் சிறந்த தகவல் பதனத் தானியங்கி இயந்திரத்துக்குமுள்ள முக்கிய வேறுபாடுகளில் இது ஒன்றாகும்.

குறியறிவிப்புகளில் அடிக்கடி வருகின்றவற்றுக்கும் எப்பொழுதாவது அபூர்வமாய் வருகின்றவற்றுக்கும் வெவ்வேறு முறையில் மூளை விளைவினை புரிகிறது. சோதனைக்கு உள்ளாகிறவர் சோதனையின்போது மனம் அறிந்தோ அறியாமலோ குறியறிவிப்புகளின் சம்பாவிதக் கட்டமைவை மனப்பாடம் செய்து கொண்டுவிடுகிறார். அதாவது ஆராய்ச்சியாளர் குறியறிவிப்புகளை அனுப்புவதில் கையாளும் வரிசை அமைவின் மாதிரித் தொகுதியை அவர் மனத்துள் உருவாக்கிக் கொண்டு வரப்போகிற நிகழ்ச்சிகளை முன்னறிய முயலுகிறவரைப் போலச் செயல்படுகிறார். இதன் விளைவாய் மூளையானது அபூர்வமாய் வரும் குறியறிவிப்புகளை எதிர்பார்த்து விழிப்புணர்வுடையதாகி, இவை வந்ததும் குறைவான நேரத்துக்குள் விளைவினை புரிகிறது.

ஆனால் இந்தத் துரிதச் செயற்பாட்டிற்கு மூளை தண்டவிலை கொடுக்க வேண்டியதாகிறது; அடிக்கடி வரும் குறியறிவிப்புகளை அது புலனுணர்வதும் அவற்றுக்கு விளைவினை புரிவதும் மெதுவாகிவிடுகிறது. எனினும் உயிரமைப்பின் இந்த தயார் நிலை பயன் தருவதாகவே இருக்கிறது. இவ்வாறு நடைபெறாவிடில் அபூர்வமாய் வரும் குறியறிவிப்புகளுக்கான விளைவினை அடிக்கடி வருவனவற்றுக்கான விளைவினையைவிட மெதுவாகவே நடைபெறும்—மாமூலான தகவல் தத்துவத்தின்படி இப்படித்தான் நடைபெற வேண்டும்.

விளைவினையின் வேகம் எந்த அளவுக்கு அது சிக்கலானதாய் இருக்கிறது என்பதாலும் பாதிக்கப்படுவதாய் இருக்கக்

கூடும். இதனைச் சோதிப்பதற்காக, மாஸ்கோ உளவியலாளர்கள் குறியறிவிப்புகளின் எண்ணிக்கையைப் பத்தாய் உயர்த்தியதோடு, சோதனைக்கு உட்படுவோர் புரிய வேண்டிய வினைவினைகளையும் மேலும் சிக்கலாக்கினர். இந்தச் சோதனைகளிலிருந்து அவர்கள் தகவல் பதனத்தின் வேகம் சந்தர்ப்பச் சூழ்நிலைக்கேற்ப மாறுபடுகிறதென்று முடிவு செய்தனர். எப்படியும் இது பிரிட்டிஷ் உளவியலாளர் ஹிக் கூறிய சராசரி அளவைக் காட்டிலும் மிகவும் அதிகமானதென்பதைக் கண்டனர். தேர்வாய்வு செய்ய வேண்டிய ஒரு நிலைமையை எதிர்நோக்குகையில் நமது மூளை விநாடிக்கு 25 'பிட்' தகவல் வரையில் உணர்வு பூர்வமாய்ப் பதனம் செய்யும் ஆற்றல் பெற்றிருக்கிறது. பொதுவாய் அதற்குள்ள ஆற்றலைப் பொறுத்தவரை குறிப்பிட்ட ஒரு எண்ணை அளிப்பது கடினமாகும். உயிரமைப்பின் பல்வேறு ''செய்திப் போக்குவரத்துப் பாதைகளும்'' தகவலைச் சமாளிப்பதில் வெவ்வேறு அளவு ஆற்றலுடையனவையாகும்.

உங்களிடம் தொலைக்காட்சிப் பெட்டி இருந்தால், ஒப்பிட்டுப் பார்ப்பதற்காக அதனுடைய ஆற்றலை இங்கு குறிப்பிடலாம். அது விநாடிக்குப் பத்துலட்சம் தகவல் 'பிட்களைச்' சமாளிக்கும் ஆற்றலுடையது. நமது கண்களும் இதே அளவு தகவலை மூளைக்கு அனுப்பி வைக்கும் ஆற்றலுடையவை. வெளி உலகுடன் தொடர்பு கொள்வதற்காக நம்மிடமுள்ள மற்றொரு ''செய்திப் போக்குவரத்துப் பாதையான'' ஊறுணர்வுப் புலனைக் காட்டிலும் கணிப்பியந்திரங்கள் ஆயிரம் மடங்கு குறைவான தகவலையே பதனம் செய்கின்றன. வானொலி, தொலைபேசி அமைப்புகளின் ஆற்றல் மேலும் ஓர் ஆயிரம் மடங்கு குறைவானது. நமது செவிப்புலன் உறுப்புக்களும் ஏறத்தாழ இவற்றுக்குச் சமமான ஆற்றல்

பெற்றவையே. தந்திக் கருவி விநாடிக்கு நூறு 'பிட்' தகவலைச் சமாளிக்கிறது. மூளையினுள் இதில் சுமார் பாதி அளவு வேகத்தில் தகவல் பதனம் செய்யப்படுகிறது.

ஜெர்மன் உளவியலாளர் ஹெல்மர் பிரான்கின் கருத்துப் படி, மூளையை வந்தடையும் எதுவும் நமது உணர்வில் பத்து விநாடி தங்கியிருக்கிறது. இதனைப் பின்வரும் உதாரணம் நிரூபிக்கிறது: நீங்கள் வேலையில் மூழ்கியிருக்கிறீர்கள், அப்பொழுது சுவர்க் கடிகாரம் மணி அடிப்பதாய் வைதது க்கொள்ளுங்கள். அது ஐந்து முறை அடித்த பிறகு திடீரென அது உங்கள் உணர்வுக்கு வருவதாய்க் கொண்டால், அப்பொழுதும் எத்தனை முறை அது அடித்ததென்று உங்களால் எண்ணிக் கணக்கிட முடியும்; ஏனெனில் ஏற்கனவே அடித்தது இன்னும் உங்கள் மனதைவிட்டு மறையாதிருக்கும். பிம்பங்களையும் குறியறிவிப்புகளின் எதிரொலிகளையும் உடனே மறைந்துவிடாதபடி நமது உணர்வினுள் இருக்கச் செய்யும் நமது நித்திய நினைவாற்றலை டாக்டர் பிரான்க் கால வரையறையின்றியும் நமது உணர்வைச் சாராத முறையிலும் தகவலைச் சேமித்து வைக்கும் நினைவுக் களஞ்சியத்திலிருந்து வேறுபடுத்தி, இதனைக் குறுங்கால சேமிப்பு அமைப்புக்கு ஒப்பானதாய்க் குறிப்பிடுகிறார்.இந்தக் குறுங்காலச் சேமிப்பு அமைப்பின் குத்துமதிப்பான பரிமாணத்தையும் அவர் கணக்கிட்டார்.

முதலில் அவர் மூளையினது தகவல் சமாளிப்பு ஆற்றலின் அடி வரம்பை நிர்ணயிக்க முற்பட்டார். விநாடியில் பத்தில் ஒரு பொழுதுக்கு எழுத்து வரிசைகளைப் பளிச்செனத் திரையிலே தெரியச் செய்து மாணவர்களைத் தாம் கண்ணுற்றவை யாவற்றையும் எழுதிக் கொள்ளும்படிச் செய்தார். திரையிட்டுக் காட்டும் நேரம் இரட்டிக்கப்பட்டதும் இரு

மடங்கான தகவலைப் பார்வையாளர் கண்ணுற முடியுமென நினைப்பீர்கள். ஆனால் உண்மையில் இவ்விதம் நடைபெறுவதில்லை. ஒவ்வொரு வினாடிக்கும் 16 'பிட்' தகவலையே கூடுதலாய்க் கண்ணுற முடிந்தது. இதுவே மனிதப் புலனுணர்வின் அடி வரம்பாகும்.

வினாடிக்குப் 16 'பிட்' வீதம் 10 வினாடிக்கு மறையாது இருத்தி வைத்துக் கொள்ளப்படுகிறது. ஆகவே நமது குறுங் கால நினைவாற்றலின் கொள்திறன் 160 'பிட்' என்பது இதிலிருந்து தெரிகிறது. இந்த எண்ணிக்கையில் 0.7 'பிட்' மட்டும் தான், அதாவது நாம் புலனுணர்வதில் 1/25 பகுதி மட்டுமே மூளையின் நினைவுக் களஞ்சியத்தில் சேமித்து வைக்கப்படுகிறது. ஒவ்வொரு வினாடியும் இதே அளவுக்குத் தகவல் நமது மூளையை விட்டகன்று புதிய செய்திகளுக்கு இடமளிக்கிறது.

தகவலில் ஒரு பகுதி நமது மனப் பதிவுகளைப் பரிசீலித்து உணர்வதற்காகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளப்படுகிறது. திரையில் ஒரு தலைப்பு பளிச்சிடப்படுமாயின், இந்தத் தூண்டலைப் பற்றிய தகவலை எடுத்துச் செல்வதற்காக 8 'பிட்' உபயோகிக்கப்படுகிறது; சொல்லின் பொருளைக் காண்பதற்காக மேலும் 8 'பிட்' உபயோகிக்கப்படுகிறது. 16 'பிட்டில்' பாதி அளவே நேரடியாகப் புலனுணரப்படுகிறதென்றும் எஞ்சிய பாதி அளவு நமது நினைவுக் களஞ்சியத்திலிருந்து பொருத்தமான விவரங்களைத் தேடியெடுப்பதற்காகச் செலவிடப்படுகிறதென்றும் பல ஆராய்ச்சியாளர்கள் கருதுகின்றனர்.

இது எப்படி இருப்பினும், எந்த ஒரு நேரத்திலும் அதிக அளவு தகவல் நமது மனத்துள் செல்லவில்லை என்பது தெளிவு. எனினும் இது நமது சிந்தனை அமைப்பின் சிக்கல் வாய்ந்த செயல்திட்டம் முழுவதையும் செயல்பட வைப்பதற்குப் போதுமானதாய் இருக்கிறது. மனிதனது மனமறிந்த செயற்

பாடு மிகவும் விபரீதமானதாகவும் சிக்கல் மிக்கதாகவும் இருப்பதைக் குறிப்பிட்டாக வேண்டும். இச்சந்தர்ப்பத்தில் அலெக்சாந்தர் கொல்மகோரவ் புதிரான ஒரு விவரத்தைக் குறிப்பிடுகிறார். மிகவும் மும்முரமாய்க் கணக்குப் போடும் கணித நிபுணர் ஒருவர் 40 நிமிடத்தில் செய்வதைக் காட்டிலும் மலைச்சரிவிலே வேகமாய் வழுக்கிச் செல்லும் மலைச் சறுக்குப் போட்டியாளர் ஒன்பதே விநாடியில் அதிக அளவிலான தகவலைப் புலனுற்றுப் பதனம் செய்வதாய் அவர் கணக்கிட்டிருக்கிறார்.

மொழியும் தகவலும்

அலைசின் விநோதங்களை எழுதிய லூயி கரோல் சைபர்னெத்தியத்தைப் பற்றி நினைத்திருக்க மாட்டார். மொழியியலில் சைபர்னெத்தியத்தின் பயன்பாடுகளைப் பற்றி அவர் நினைத்திருப்பது இன்னும் கடினம்.

''பூனைக் குட்டிகளிடமுள்ள ஒரு கெட்ட குணம் என்னவென்றால், நாம் என்ன சொன்னாலும் எந்நேரமும் உறுமுவதைத் தவிர அவை வேறு எதுவும் சொல்வதில்லை''—இவ்வாறு அலைஸ் கூறினாள். '' 'ஆம்' என்பதற்கு உறுமிவிட்டு 'இல்லை' என்பதற்கு மியாவென்றோ, இது போன்றே வேறென்றோ சொன்னால், எவ்வளவு நன்றாயிருக்கும்! எந்நேரமும் ஒரே சொல்லைச் சொல்வபரிடம் யாரும் பேச முடியுமா?'' என்று அவள் குறைபட்டுக் கொண்டாள்.

அலைசைப் போலவே தகவல் தத்துவ நிபுணர்களும் பூனைக் குட்டியின் ''மொழியை'' மட்டரகமானதாகவே மதிப்பிடுவார்கள். ''ஒரே ஒலியை (அல்லது எழுத்தை அல்லது சொல்லைத்) திருப்பித் திருப்பிச் சொல்வதாய் அமைந்த செய்தி

தகவலில்லாததே ஆகும்'' என்பதாய் அவர்கள் சொல்வார்கள். தகவல் தத்துவத்தின் கண்ணோட்டத்தில் மொழி எனப்படுவது தகவலைப் பதிவு செய்வதற்காகவும் கடத்துவதற்காகவும் மக்களால் உபயோகிக்கப்படும் குறிக்கோவையே ஆகும். உள்ளடக்க, பண்பியல் வேறுபாடுகளை நீக்கிவிட்டால் பேச்சுச் செய்திப் போக்குவரத்துக்கள் யாவும் ஒரே மாதிரியானவையே; இவை யாவும் ஒலிகள், எழுத்துக்கள் அல்லது மோர்ஸ் குறிக்கோவையைப் போல வேறொரு வகைப்பட்ட குறிச்சின்னங்களது குறிப்பிட்ட வரிசையில் அமைந்த தொடர்களே.

பொருளுள்ள எந்தச் செய்தியிலும் வெவ்வேறு எழுத்துக்களும் இயற்கையாகவே வெவ்வேறு எண்ணிக்கையில்தான் இடம் பெற்றிருக்கும். அகராதியில் ஒவ்வொரு எழுத்தின் கீழ் தொகுக்கப்பட்டிருக்கும் சொற்களின் எண்ணிக்கை வெவ்வேறாய் இருப்பது குறித்து யாரும் வியப்புறுவதில்லை. மொழியின் விதிகளே இந்த வேறுபாட்டுக்குக் காரணம். வெவ்வேறு எழுத்துக்களும் வழக்கில் வெவ்வேறு அளவுகளுக்கு அடிபடுவது தெரிந்ததே. வெவ்வேறு எழுத்துக்களின் அளவுகள் வெவ்வேறாய் இருத்தலைத் தட்டெழுத்தர்களும் அச்சகத் தொழிலாளர்களும் நன்கு அறிவர். இந்த மொழியியல் இயல்பைக் கணக்கில் எடுத்துத்தான் அச்சுக் கோப்பாளரின் பெட்டி பெரிதும் சிறிதுமாய்ப் பல அளவுகளிலுள்ள அறைகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மொழிகள் இன்று கணித ஆய்வுக்கு உட்படுத்தப்படுகின்றன. இதனுல் கணித மொழியியல் என்னும் புதிய விஞ்ஞானம் உதித்திருக்கிறது. எழுத்துக்கள் பிரயோகமாவதன் ஒப்பு எண்களையும், இரண்டு, மூன்று, இன்னும் அதிகமான எழுத்துக் கூட்டுகளின் ஒப்பு எண்களையும் ஆராய்ந்து விஞ்ஞானிகள்

அவற்றுக்கு ஏற்ப கணித சூத்திரங்களை அமைத்திடுகின்றனர். இவ்வாறு, மொத்தம் 88,000 எழுத்துக்களைக் கொண்ட பல்வேறு ருஷ்ய வாசகங்களையும் ஆராய்ந்தபோது, 'o' என்னும் எழுத்து சராசரியாக நூற்றுக்கு 9 வீதமும், 'a' என்னும் எழுத்து நூற்றுக்கு 6 வீதமும், பிற எழுத்துக்கள் பிற வீதங்களிலும் அடிபடுவது தெரிய வந்தது. இதே போல இரண்டு, மூன்று, இன்னும் அதிகமான எழுத்துக்களின் கூட்டுகளுடைய ஒப்பு எண்கள் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றன. சொற்களின் நீளம் வெவ்வேறு மொழிகளில் வெவ்வேருய் இருக்கிறது. உதாரணமாய் ருஷ்யனில் சாராசரியாகக் கொள்ளக் கூடிய ஒரு சொல் 2.2 அசைகளைக் கொண்டுள்ளது. 3.5 சதவீதமான ருஷ்யச் சொற்கள்தான் ஐந்து அசைகளையுடைய சொற்கள்.

கணித மொழியியலானது—கணிதம் செய்ய வேண்டியது போலவே—சதவீதங்களையும் சூத்திரங்களையும் நெளிவரைகளையும் கொண்டு ஆராய்கிறது. ஷேக்ஸ்பியர், அல்டஸ் ஹக்ஸ்லி, சீசர், ரோமானிய வரலாற்ருசிரியர் சலூஸ்ட் ஆகியோரின் வாசகங்களுக்குரிய நெளிவரைகளை எனக்குக் காட்டினர். ஷேக்ஸ்பியர் நெளிவரை, எல்லா ஆங்கில எழுத்தாளர்களையும் போல அவரும் ஈரசைச் சொற்களைக் காட்டிலும் ஓற்றசைச் சொற்களையே அதிகமாய் உபயோகித்தார் என்று காட்டிற்று. ஆனுல் லத்தீனிய எழுத்தாளர்கள் லத்தீன் மொழியின் விதிகளுக்கேற்ப ஈரசை, மூவசை, நாலசைச் சொற்களை ஏறத்தாழ சமமான அளவில் உபயோகித்தனர்.

கணிதத்தையும் சைபர்னெத்தியத்தையும் மொழியியலில் ஈடுபடுத்துவதன் மூலம், எழுத்துக்கள், சொற்கள், வாசகங்கள் ஆகியவற்றில் அடங்கியுள்ள தகவலின் அளவை கணக்கிட முடிகிறது. தகவலைப் 'பிட்' என்னும் அளவையினுல்

அளக்கிறோம் என்பது உங்களுக்குத் தெரிந்ததே. தகவல் அளவைக்கு மற்றொரு பெயர் ''ஆம்-இல்லை அளவை''. இப்பெயர் இந்த அளவின் சாரப் பொருளை உணர்த்துவதாய் உள்ளது. தகவல் அளவை ''ஆம்'' அல்லது ''இல்லை'' பதில்களில் அடங்கியுள்ள குறைந்தபட்சத் தகவலுக்குச் சமமானதாகும். இந்த இரு பதில்களில் எந்தவொன்றும் நிர்ணயமில்லா நிலைமையை நீக்குகிறது. உதாரணமாய் ஓடும் தந்தி நாடாவில் தட்டெழுத்தடிக்கப்பட்ட செய்தியைப் படிக்கையில் இவை இரண்டில் எந்தவொரு பதிலும் நிர்ணயமற்ற நிலையை அகற்றிவிடுகிறது. இதைத் தொடர்ந்து வரும் ஒவ்வொரு எழுத்தும் செய்தியின் உள்ளடக்கத்திலிருந்து நிர்ணயமற்ற நிலையை அகற்றிச் சென்று, அதற்குப் பதில் அந்த எழுத்தில் அடங்கியிருக்கும் தகவலால் கிடைக்கும் அறிவை அளித்திடுகிறது.

வாக்கியம் பொருளுடையதாய் இருக்க வேண்டுமென்ற ஒரே நிபந்தனைக்கு உட்பட்ட மெய்யான ஒரு வாக்கியத்தில் ஒவ்வொரு எழுத்திலும் அடங்கியுள்ள தகவலின் அளவு என்ன? இலக்கணப்படி சரியானதென்றாலும் வாக்கியம் பொருளற்றதாய் இருக்கலாம். உதாரணம்: ''ரயில்வண்டி கூரையிலிருந்து குதித்தது''. அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு, மூன்று அல்லது நான்கு எழுத்துக் கூட்டுகளுக்குரிய விதிகளின்படி அமைந்திருப்பினும் அறவே பொருளற்றதாயுள்ள எழுத்துக் கூட்டுகளில் மட்டுமே தகவலின் அளவைக் கணக்கிடுவதற்குச் சூத்திரங்களைப் பயன்படுத்த முடியும். பொருளுள்ள வாக்கியத்தில் அமைந்த ஒவ்வொரு எழுத்திலும் உள்ளடங்கிய தகவலை நிர்ணயிப்பதே இங்குள்ள பணி.

தகவல் தத்துவத்தின் மூலவர்களில் ஒருவரான கிளோட் ஷேனோன் இதைப் பின்வரும் முறையில் செய்யலாம் என்றார்.

சொல் விகிதத் தகவலின் அளவை அச்சொல் எத்தனை முறை பிரயோகமாகிறது என்பதற்கேற்பக் கணக்கிட வேண்டும். ஆங்கில மொழிக்கு இது சராசரி 11.82 'பிட்டுக'ளாகும். ஆங்கிலச் சொல்லின் சராசரி நீளம் 4.5 எழுத்துக்கள். ஆகவே ஒரு எழுத்துக்கான தகவல் 2.14 'பிட்டுகள்'.

அப்புறம்? வெவ்வேறு சொற்களிடையிலுமுள்ள தொடர்பை எப்படிக் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்வது? இதற்கும் ஷேனேன் சாதுர்யமான ஓர் சுற்றுவழியைக் கூறினார்.

ஒவ்வொருவரும் உள்ளுணர்வால் தமது தாய்மொழியின் புள்ளியியல் கட்டமைப்பை உணர்கிறார். ஒரு வாக்கியத்தின் தொடர்ச்சியை—எழுத்து எழுத்தாகவோ, சொல் சொல்லாகவோகூட—ஊகிக்கும்படிச் சொன்னதும், சாதாரணமாய் ஒருவர் தயக்கமின்றி சரியாகவே ஊகித்துவிடுவார். ருஷ்ய மொழியில் இத்தகைய சோதனைகள் மாஸ்கோ பல்கலைக் கழகத்தில் அலெக்சாந்தர் கொல்மகோரவின் தலைமையிலுள்ள சம்பாவிதத் தத்துவ [probability theory] துறையில் நடத்தப்பட்டன. பொருளுள்ள ருஷ்ய வாக்கியத்தில் ஓர் எழுத்தில் அடங்கியுள்ள தகவல் தத்துவார்த்தக் கணக்கீடுகளிலிருந்து தெரிவது போல ஐந்து 'பிட்' அல்ல, ஒன்றினும் குறைவானதென்று அவர் கண்டார். ருஷ்ய அகர வரிசையின் ஒவ்வொரு எழுத்தும் தான் எடுத்துச் செல்ல வேண்டியதில் ஐந்தில் ஒரு பகுதி தகவலையே எடுத்துச்செல்கிறது. அதாவது ''மொழிக் குறிக்கோவையானது'' மிகைப்பாடு கொண்டதாய் இருக்கிறது. மொழியின் இந்தப் பண்பு மொழியியலாளர்களுக்குத் தெரியாமலிருந்தது. சைபர்னெத்தியம் இதனை வெளிப்படுத்திக் காட்ட வேண்டியிருந்தது.

பொதுவாய்க் கூறுமிடத்து, மிகைப்பாடானது மொழியிலுள்ள ''உபரி'' எழுத்துக்களின் சதவீதத்தைக் குறிப்ப

தாய்ச் சொல்லலாம். சில துவக்க எழுத்துக்களைத் தெரிவித்து ஒரு வாக்கியத்திலுள்ள தெரியாத எழுத்துக்களை ஊகித்துச் சொல்லும்படி உங்களைக் கேட்பதாய் வைத்துக் கொள்வோம். 129 எழுத்துக்கள் அடங்கிய ஒரு வாக்கியத்தில் நீங்கள் 89 எழுத்துக்களை, அதாவது 69 சதவீதமானவற்றைச் சரியாக ஊகிப்பதாய்க் கொள்வோம். இது காட்டுவது என்ன? மொழியின் விதிகளுக்கேற்ப இவ்வெழுத்துக்களை ஊகிக்க முடிவதால் இவை ''மிகைப்பாடானவை'' என்பதையே இது காட்டுகிறது.

மிகைப்பாடான எழுத்துக்களின் உபயோகம் என்ன? அவை தகவல் போக்குவரத்து தலையீடுகளால் பாதிக்கப்படாதபடிச் செய்கின்றன. குருட்டாம்போக்கில் எடுத்துச் சேர்த்த எழுத்துக் கோவையில் மிகைப்பாடு பூஜ்யமாகும். ஆனால் இதில் ஒரேவொரு எழுத்து விடப்பட்டுவிட்டாலும், இந்தக் கோவையில் இருக்கக் கூடிய தகவல் குலைந்து சிதைந்து விடுகிறது. எல்லா இலக்கண விதிகளையும் அனுசரித்து எழுதப் பெற்ற பொருளுள்ள மெய்யான ஒரு தொடரில் ஒன்றுக்கு ஐந்து வீதம் மிகைப்பாடு இருக்கிறது. ருஷ்ய மொழியிலுள்ள மிகைப்பாட்டை மாஸ்கோவிலுள்ள தகவல் கடத்தல் அமைப்புக் கழகத்தின் ஆராய்ச்சியாளர்கள் தால்ஸ்தோயின் போரும் சமாதானமும் புதினத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட வாசகங்களைப் பகுத்தாய்ந்து கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

ஆங்கில மொழியிலுள்ள மிகைப்பாட்டை ஷெனோன் கணக்கிட்டார். பிரெஞ்சு, ஸ்பானிய, ஜெர்மானிய மொழிகளுக்கும் இவ்விவரங்கள் கணக்கிடப்பட்டிருக்கின்றன. ஸ்பானிய மொழியின் மிகைப்பாடு ஆங்கிலத்தினுடையதுக்கு ஏறத்தாழ சமமாகவும், பிரெஞ்சு மொழியினுடையது சற்று குறைவாகவும், ஜெர்மானிய மொழியினுடையது சற்று அதிக

மாகவும் இருப்பது தெரிந்தது. எல்லா ஐரோப்பிய மொழிகளிலும் மிகைப்பாடு 50 சதவீதத்துக்கும் அதிகமாகவே இருக்கிறது.

வசனத்தைக் காட்டிலும் கவிதையில் ஒவ்வொரு எழுத்தும் சுமார் 50 சதவீதம் அதிக தகவல் உடையதாய் இருக்கக் கண்டனர். கவிதையில் தொடரிலக்கண விதிகள் அவ்வளவு கண்டிப்பாய் அனுசரிக்கப்படுவதில்லை என்பதும் சொல் வரிசை வசனத்தில் இருப்பதைக் காட்டிலும் சுதந்திரமுடையதாகும் என்பதுமே இதற்குக் காரணம். கவிதை நடையில் இலக்கணமும் நெகிழ்வுடையதாய் இருக்கிறது. கவிஞர்கள் பேச்சுமொழியில் உபயோகிக்கப்படாத சொற்களை அடிக்கடி உபயோகிக்கிறார்கள். ஆனால் எதுகையும் மோனையும் ஒரு கருத்தை வெளியிடுவதற்கான வரையறையில்லா பல வழிகளையும் உதவாதபடிச் செய்துவிடுகின்றன. கவிதையானது பன்மடங்கு குறுகத் தரித்த வடிவில் தகவலை எடுத்துச் செல்வதாய்க் கூறலாம்.

சொல்லாக்கத்துக்கும் வாக்கியத்தில் சொற்களின் சந்திக்கும் அனுசரிக்கப்படும் விதிகள் வெவ்வேறுயுள்ள மொழிகளில் மிகைப்பாடுகளை ஒப்பிடுவது சுவையாயிருக்கும். உதாரணமாய் ஆறு வேற்றுமைகளையும் மூன்று பால்களையும் கொண்ட ருஷ்யனை வேற்றுமைத் திரிபு ஒன்றே ஒன்றை மட்டும் கொண்டு பால் திரிபு எதுவுமில்லாத ஆங்கிலத்துடன் ஒப்பிட்டுப்பார்க்கலாம். எந்த மொழி நன்கு ''செயல்படுகிறது''? ருஷ்ய மொழியில் மிகைப்பாடு ஆங்கிலத்தைக் காட்டிலும் மிக வேகமாய் அதிகரிக்கிறது. ருஷ்ய மொழி குறைந்த அளவுக்கே தலையீடுகளால் பாதிக்கப்படுகிறது என்பதே இதன் பொருள்.

இந்த மொழியியல் ஆராய்ச்சிகள் செய்திப் போக்கு

வரத்துப் பொறியாளர்களுக்கு மிகவும் பயன்படுவனவாகும். தற்போது உபயோகிக்கப்படுவதைவிட மேலும் சிக்கன மான — அதாவது குறைந்த அளவு மிகைப்பாடு கொண்ட — தந்திக் குறிக்கோவைகளைத் தயாரிப்பதற்குத் தகவல் தத்துவம் அவர்களுக்கு உதவுகிறது. குறைந்தபட்ச மிகைப்பாடு கொண்ட ஒரு மொழியை விஞ்ஞானிகள் இன்னொரு துறையிலும் உருவாக்கிக் கொள்ள விரும்புகிறார்கள்.

இயந்திர மொழி

''கூர் அறிவு படைத்த'' இயந்திரங்களின் ஆற்றல்கள் மேலும் மேலும் வளர்ந்து செல்வது பற்றிய செய்திகளைக் காட்டிலும் இயந்திரங்களுக்காக விஞ்ஞானிகள் ஒரு மொழியை உருவாக்க முயலுகிறார்கள் என்னும் செய்தியே எனக்கு இன்னும் பன்மடங்கு கூடுதலான வியப்பையும் திகைப்பையும் அளிப்பதாய் இருந்தது. ''கூர் அறிவு படைத்த'' இயந்திரங்களைப் போன்ற சைபர்னெத்திய அதிசயங்கள் யாவும் நான் ஏற்கனவே கூறியது போல புரிந்து கொள்ளக் கூடியவையே. உண்மையில் இங்கு நாம் காண்பது இயந்திரங்கள் மேலும் மேலும் ''கூர் அறிவு'' பெறுவதையல்ல. இதுகாறும் முற்றிலும் மனிதனுக்கே உரியதாகக் கருதப்பட்டு வந்த ஒரு செயல் துறைக்குத் தானியங்கியாக்கம் வியாபித்துச் செல்வதையே காண்கிறோம். கண்ணுள்ளவை, காதுள்ளவை, படிப்பவை, பேசுபவை ஆகிய எல்லா இயந்திரங்களும் விதிவிலக்கின்றி இவ்வகைப்பட்டவையே. மனிதர்கள் செய்யும் செயல்களைக் கூடுமானவரை மாற்றமின்றி அப்படியே திருப்பிச் செய்வதைத் தவிர இந்த இயந்திரங்களால் சுயமாய் ஒன்றும் செய்துவிட முடியாது. மேலே நாம் கண்டது

போல அவற்றுடன் தொடர்பு கொள்வதற்கு ஒரு தனி மொழி வேண்டியதில்லை.

ஆனால் இயந்திரங்களுக்கென ஒரு தனி மொழியை உருவாக்க வேண்டியிருக்கிறது என்றால், இயந்திரங்கள் சுயேச்சை நிலை பெற்றுவருகின்றன என்றல்லவா அர்த்தம்? இயந்திரங்கள் அவற்றின் படைப்பாளர்களுடைய உத்தரவுகளுக்குக் கீழ்ப்படியாமல் அவர்களுக்குச் சவால் விட்டு நையாண்டி செய்வதும், சைபர்னெத்தியத்தின் எதிர்காலங் குறித்து அவர்களுடன் விவாதிக்க முற்படுவதும் என் கற்பனையில் தெரிந்தன. மெய்யாகவே வாக்குவாதம் வலுத்துவிட்டால் என்னவென்று வியந்தேன். கேலி ஒரு புறம் இருக்கட்டும், இயந்திர மொழி என்பதாய் ஒரு பிரச்சினை எழக் காரணம் என்ன?

கணிப்பியந்திரங்களைக் கொண்டு ஒரு மொழியிலிருந்து வாசகங்களை வேறொரு மொழிக்குப் பெயர்த்திட முற்பட்ட போது எழுந்த பிரச்சினையே இது. முதன்முதலாய்ச் செய்யப் பட்ட மொழிபெயர்ப்புகள் (விஞ்ஞான, தொழில்நுட்பத் துறை வாசகங்களே மொழிபெயர்க்கப்பட்டன) சொல்லுக்குச் சொல்லாய் அமைந்த பெயர்ப்புகளாகும். இதற்கு உபயோகிக்கப்பட்ட மொழிகளான பிரெஞ்சும் ஆங்கிலமும் பெருமளவுக்கு ஒரே மாதிரியான இலக்கண அமைப்புடையவை; ஆதலால் சொல்லுக்குச் சொல்லான மொழிபெயர்ப்பில் செய்யப்பட்ட இந்த முதல் முயற்சி ஓரளவு வெற்றிகரமாகவே இருந்தது. ஆனால் ஜெர்மனிலிருந்து ருஷ்யனுக்கு இதுபோல மொழிபெயர்ப்பது சாத்தியமன்று. ஜெர்மானிய மொழியில் வினைச்சொல் சாதாரணமாய் வாக்கியத்தின் இறுதியில் வருகிறது, ஆனால் ருஷ்யனில் அதன் இடம் இறுதியில் தான் இருக்க வேண்டுமென்பதில்லை. இலக்கண அமைப்பி

லுள்ள வேறுபாடுகள் காரணமாய் இதைக் காட்டிலும் கடுமையான வேறு பல சிக்கல்களும் ஏற்படுகின்றன.

ஆகவே இயந்திரத்துக்கு இலக்கணம் கற்றுத் தருவதே இப்பிரச்சினையின் தீர்வுக்குரிய வழி என்பதாய் முடிவு செய்தனர். அதாவது பல்வேறு மொழிகளிடையிலும் சொற்களின் கோப்புக்குரிய விதிகளுக்கிடையிலான உறவுகளைக் கண்டறிந்து இந்தத் தகவலை இயந்திரத்தினுள் செலுத்தியாக வேண்டும். பிறகு சொற்றொடர் இலக்கணத்தை, அதாவது வாக்கியத்தின் பகுதிகளிடையில் நிலவும் ஒழுங்கு முறையை நிர்ணயிக்கும் விதிகளை அதற்குத் தெரிவித்தாக வேண்டும். மொழிப் பயிற்சியில் பயன்படுத்தப்படும் இலக்கணமும் சொற்றொடர் இலக்கண விதிகளும் மிகவும் சிக்கலாகவும் குழப்படியாகவும் இருப்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டனர். இவை நெடுங்காலத்துக்கு முன்பு மொழியியலாளர்களால் பெரும்பாலும் ஊக ஆய்வு முறையில் வகுக்கப்பெற்றவை. இந்தப் பற்றாக்குறையான இலக்கணத்தைக் கொண்டு இயந்திரங்கள் செயல்பட முடியாது. ஆகவே இவ்விதிகள் கணிதப் பரிசீலனைக்கு உட்படுத்தப்பட்டன. இதன் விளைவாய் இரண்டாம் பட்ச விதிகள் அறவே விட்டொழிக்கப்பட்டன, அல்லது ''விதிவிலக்குகள்'' என்னும் தலைப்பில் சேர்த்துக் கொள்ளப் பட்டன. விதிகள் இவ்வாறு அனாவசியக் கூறுகள் குறித்து கவனியாது மொழியின் பிரதான இயல்புகளைப் பற்றி மட்டும் கருதுவனவாகி, கச்சித அமைப்பு பெறலாயின.

பகுதி அளவுக்கு இந்த மாற்றங்கள் இலக்கண உள்ளமைப்பு சம்பந்தமானவையே. உதாரணமாய் இயந்திரங்களால் அன்று நிலவிய இலக்கணத்தைப் புரிந்து கொள்ள முடியவில்லை. சொற்களை மேலும் எளிய முறையில் வகை பிரிக்க வேண்டியிருந்தது. இவை யாவும் செய்யப்பட்டதும் இந்தக்

கோட்பாட்டை வழக்கமான ''மனித'' மொழி இலக்கணத்திலும் அனுசரித்தால் என்ன என்று சிந்திக்க முற்பட்டனர். இலக்கணமே திருத்தப்பட்டு, ''இயந்திர'' இலக்கணத்தைப் போல மேலும் துல்லியமாக்கப்பட வேண்டுமென நினைக்கலாயினர். மொத்தத்தில் மொழிகள் எளிய முறையில் அமைந்த இலக்கணத்தின் பிரகாரம் கற்கப்பட வேண்டுமென்ற கருத்து இதிலிருந்து இயற்கையாகவே எழுந்தது.

மொழியியலாளர்கள் இப்பிரச்சினை குறித்து வாக்குவாதம் புரிந்து கொண்டிருக்கையில் சைபர்னெத்திய மொழிபெயர்ப்பாளர்கள் புதிய பிரச்சினைகளை முன்வைத்தனர். ''இயந்திரத்தின் மூலமான மொழிபெயர்ப்புக்கு எங்களுக்குச் சிறந்த விதிகள் வகுத்துத் தந்துள்ளீர்கள், ஆனால் இவை இரண்டு மொழிகளுக்கு மட்டுமே பயன்படுகிறவை'' என்று அவர்கள் கூறினர். ''இயந்திர மொழிபெயர்ப்பு லாபகரமாய் இருக்க பலமொழிகளுக்கான இயந்திரங்கள் எங்களுக்கு வேண்டும்.'' மொழிபெயர்ப்பு இயந்திரங்கள் இரசாயனம் அல்லது மின்னணுவியல் போன்ற தனிவகையான விஞ்ஞான பரிபாஷைக்கு மட்டுமே பயன்படக் கூடியனவையாக இருக்கும் குறைபாட்டையும் அவர்கள் இத்துடன் சேர்த்துக் கொண்டிருக்கலாம்.

விஞ்ஞானிகள் ஆர்வமுடன் கனவு கண்டு வந்தது இத்தகைய இயந்திரமல்லவே. அவர்கள் விரும்பியது பத்துப் பன்னிரண்டு மொழிகளுக்கிடையே எந்த ஒன்றிலிருந்தும் பிறிதொன்றுக்கு மொழிபெயர்ப்பு செய்யக்கூடிய இயந்திரம் அல்லவா? இவ்வாறு செய்வதெனில் விதிகளின் எண்ணிக்கை அளவு கடந்ததாகிவிடும். இடைநிலை இயந்திர மொழி ஒன்றைப் புகுத்தி இந்தச் சிக்கலுக்குத் தீர்வு காணலாம் என்பதாய் ஆலோசனை கூறப்பட்டது. இடைநிலை இயந்திர மொழி

ஒன்றை வகுத்தமைத்துவிட்டால், வாசகங்களை அந்தந்த மொழியிலிருந்து இயந்திர மொழிக்குப் பெயர்த்திட ஒன்றும், பிறகு இதனைத் திரும்பவும் வேறொரு மனித மொழிக்குப் பெயர்த்திட மற்றொன்றுமாய் இரு விதித் தொகுப்புகள் போதுமானதாகிவிடும்.

இடைநிலை மொழியாகப் பற்பலவற்றையும் உபயோகிக்கலாம் என்று கூறப்பட்டது. தற்போதுள்ள மொழிகளில் எளியதான ஒன்றையோ, எஸ்பெரான்டோ அல்லது இன்டர்லிங்குவா போன்ற செயற்கை மொழியையோ உபயோகிக்கலாம் என்று கூறப்பட்டது. ஆனால் இந்த ஆலோசனைகள் கைவிடப்பட்டன. இயந்திர மொழியானது பல்வேறு வகையான பூட்டுகளையும் திறக்கவல்ல அருந்திறல் படைத்த திறவுகோலாய் இருக்க வேண்டும் என்பதுடன், மிகைப்பாடு அதிகமில்லாததாகவும் இருக்க வேண்டும்.

வெவ்வேறு ஆராய்ச்சியாளர்களும் வெவ்வேறு வழிகளில் இப்பிரச்சினையை அணுகினர். உதாரணமாய் லெனின்கிராத் மொழியியலாளர்களின் குழு ஒன்று தனக்கே உரித்தான சொற்களையும் இலக்கணத்தையும் கொண்ட முற்றிலும் புதிய மொழி ஒன்றை உருவாக்கி வருகிறது. மிகவும் விரிவாய் வழக்கிலுள்ள பல மொழிகளின் தலைமையான இயல்புகளின் அடிப்படையில் இந்தப் புதிய மொழியின் கட்டமைப்பு வகுக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த ஆராய்ச்சியாளர்கள் 26 ஐரோப்பிய மொழிகளையும் கிழக்குலக மொழிகளையும் பகுத்தாய்ந்து ஒவ்வொரு இலக்கண விதிக்கும் சொற்றொடர் இலக்கண விதிக்கும் ஒரு வகையான ''கூட்டுச் சராசரியை'' உருவாக்குகின்றனர். உலகில் அந்தந்த மொழியையும் அன்றாட வழக்கில் உபயோகித்துக் கொள்ளும் மக்கள் தொகையையும் அவர்கள் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்கிறார்கள். இந்த ''இடைநிலை''

மொழியில் எப்பொழுதும் பெயருரிச்சொல் அது தழுவும் பெயர்ச்சொல்லுக்கு முன்னதாகவும், எழுவாய் பயனிலேக்கு முன்னதாகவும், வினையுரிச்சொல் வினைக்கு முன்னதாகவும், இன்ன பிறவாறுகவும் அமைந்திருக்க வேண்டுமென்று அவர்கள் முடிவு செய்தனர். இது போன்ற ஒரு மொழியின் வகை ஒன்று ருஷ்யன், செக் மொழி, ஆங்கிலம், இந்தோனேஷிய மொழி இவற்றினிடையிலான மொழிபெயர்ப்புக்கு உருவாக்கப்பட்டிருக்கிறது.

மாஸ்கோ மொழியியலாளர்கள் இடைநிலை மொழி குறித்து வேருெரு திசையில் ஆராய்ச்சிகள் செய்து வருகிருர்கள். வாசகங்களே எம்மொழிகளிடையே பெயர்த்திட வேண்டுமோ அம்மொழிகளது அடிப்படைக் கூறுகளுக்கிடையிலான உறவுகளின் உருவமைவு ஒன்றை வகுத்து வருகிருர்கள். இடைநிலே மொழிகள் இல்லாமலே மொழிபெயர்ப்பதற்குரிய தர்க்கவாத அடிப்படையை இது அமைத்துக் கொடுக்கும்.

தனிவகை ''மொழிகள்'' தேவைப்படும் பிற வகைப்பட்ட இயந்திரங்களில் தகவல் தொகுப்பு, புத்தக விவரண இயந்திரங்களேக் குறிப்பிடலாம். இவற்றுக்குத் ''தர்க்கவாத'' அடிப்படை கொண்ட மொழி வேண்டியதில்லே. இயந்திரத்துக்குச் செயல்திட்டம் அளித்திடும் குறியீடுகளாலான கருத்தியல் மொழி இவற்றுக்குத் தேவைப்படுகிறது. இதுபோன்ற ஒரு மொழி தானியங்கி முறையில் செயல்திட்டம் அளித்திடுவதற்குப் பாதையைச் செப்பனிடும். செயல்திட்டத்தை அது எழுதப்பட்டுள்ள மொழியிலிருந்து இயந்திரத்தினுள் வகுத்தமைக்கப்பட்டிருக்கும் மொழியில் பெயர்த்திட்டால், இயந்திரத்தால் அதற்கு அளிக்கப்பட்ட பிரச்சினேயைப் புரிந்து கொள்ளவும், அப்பிரச்சினேக்குத் தீர்வு

காண்பதற்குத் தேவையான செயல்திட்டத்தை வகுத்துக் கொள்ளவும் முடியும். இத்தகைய இயந்திரக் குறிமொழி ஏற்கனவே உருவாக்கப்பட்டு உபயோகிக்கப்பட்டு வருகிறது.

அதேபோதில் விஞ்ஞானிகள், வாசகத்தை மொழிபெயர்ப் பதோடு இந்த வாசகத்தைப் ''புரிந்து கொள்ளும்'' ஆற்றலு முடைய இயந்திரங்களை அமைத்திடுவதற்காக வேலை செய்து வருகிறார்கள். ஒவ்வொரு சொல்லையும் நிர்ணயிக்க அகராதி பூராவையும் தேட வேண்டியிராமல் இருப்பதற்காக, அந்தந்தச் சொல்லுடன்கூட ஒரு தனிக் குறியும் சேர்த்தளிக்கப் படுகிறது. இந்தக் குறியைக் கொண்டு இயந்திரம் அந்தச் சொல்லின் இலக்கணத்தையும் வாக்கியத்தில் அதற்குரிய இடத்தையும் உடனே கண்டு கொண்டுவிடுகிறது. சாத்திய மான ஏனைய திரிபுருக்கள் இதன் மூலம் நீக்கப்பட்டு, தேடல் குறிக்கோள் வழிப்பட்டதாக முடிகிறது. அப்படியானால் சொற்களுடன் கூடவே அச்சொற்களின் பொருளைக் குறிக்கும் ''கருத்துக் குறிகளையும்'' கொடுத்து, அந்தந்தச் சொல் லும் எந்தெந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் பயன்படுத்தபட வேண்டு மென்பதை இயந்திரம் தெரிந்து கொள்வதற்கு ஏற்பாடு செய்தால் என்ன? அப்படிச் செய்தோமாயின், ''தொழிலாளி வர்க்கம்'' என்னும் தொடர் எதிர்பட்டதும், அதிலுள்ள ''வர்க்கம்'' என்னும் சொல்லை இயந்திரம் எண்ணின் இரு படித் தற்பெருக்கத் தொகையுடன் குழப்பிக் கொள்ளால் இருக்குமே.

தான் மொழிபெயர்க்கும் வாக்கியங்களுடைய பொருளைப் ''புரிந்து கொள்ளக்'' கூடிய இயந்திரத்தால் தவறுகளையும் அச்சுப்பிழைகளையும் திருத்திக் கொள்ள முடியும். பிற்பாடு அதை அதனுடைய மொழிபெயர்ப்புகளைச் சரிபார்த்துத் திருத்துவதற்கும் உபயோகித்துக் கொள்ளலாம். இத்திசையில்

ஏற்கனவே சோதனைகள் நடந்தேறியுள்ளன. இயந்திரத்தைக் கொண்டு ஒரு வாசகம் மொழிபெயர்க்கப்பட்டது. பிறகு இந்த மொழிபெயர்ப்பு மனிதனால் சரிபார்த்துத் திருத்தப் பட்டு, இயந்திரத்தால் தனது மொழிபெயர்ப்புடன் ஒப் பிட்டுப் பார்க்கப்படுவதற்காக அதனுள் செலுத்தப்பட்டது. இரண்டுக்குமுள்ள வேறுபாடுகளை இயந்திரம் குறித்துக் கொண்டது. இதன்பின் இவ்வகைப்பட்ட திருத்தங்களை அது தானே செய்து கொள்ளத் தொடங்கிற்று. இந்தச் செயல் முறை பன்முறை திருப்பிச் செய்யப்பட்டது. இதனால் இயந் திரத்தின் மொழிபெயர்ப்பு மேலும் மேலும் திருத்தமுடைய தாகிச் செம்மையடைந்தது. திருத்த ஆசிரியர் செய்யும் திருத்தங்களைப் பகுத்தாய்ந்து அவற்றை அனுசரித்து வாச கங்களைத் தானே திருத்தமாய் மொழிபெயர்ப்பதற்கு இவ் வாறு இயந்திரத்துக்குக் கற்றுத் தரப்பட்டது.

விஞ்ஞான, தொழில் நுட்ப வாசகங்களை மொழிபெயர்ப் பதற்கு மட்டுமே இதுகாறும் இயந்திரங்கள் உபயோகிக்கப் பட்டு வருகின்றன. கவிதை நூல்களை மொழிபெயர்த்திடு வதில் தற்போது இயந்திரங்களை ஈடுபடுத்த முடியவில்லை. காரணம் என்னவென்றால், தொழில்நுட்ப வழக்குகளில் இலக்கிய நடையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் மிகைப்பாடு பன்மடங்கு கூடுதலாய் இருக்கிறது. சில சந்தர்ப்பங்களில் இந்த மிகைப்பாடு 80 அல்லது 90 சதவீதத்துக்கும் கூடுதலாகி விடுகிறது. அதாவது, நூறு எழுத்துக்களில் 90 எழுத்துக் கள் வரை மறைந்துவிட்டாலுங்கூட, வாசகத்தின் பொருளை மீட்டுக் கொண்டுவிடலாம் என்பதே இதன் பொருள். இயந் திரங்களுடைய மொழிபெயர்ப்பு வேலையை இந்த நிலைமை எளிதாக்குகிறது. ஆனால் இது பல்வேறு தேர்ச்சித் துறைகளை யும் சேர்ந்த ஆராய்ச்சியாளர்களின் கருத்துப்பரிமாற்றத்துக்கு

இடையூருய் இருக்கிறது. எனவேதான் மேலும் மேலும் கூடுதலான ஆராய்ச்சியாளர்கள் மிகக் குறைவான அளவுக்கு மிகைப்பாடு கொண்டிருக்கக் கூடிய சர்வதேச விஞ்ஞான மொழி ஒன்று—மொழிகளின் மொழியாகக்கூடிய ஒன்று—உருவாக்கப்பட வேண்டுமென வற்புறுத்துகின்றனர்.

''நிக்கொலா புர்பாக்கி'' என்கிற புனைப்பெயர் கொண்டு பிரெஞ்சு நாட்டில் ஆராய்ச்சிகள் நடத்தி வரும் கணித நிபுணர்கள் குழு ஒன்று இக்கருத்தை நடைமுறைக்குக் கொண்டு வருவதற்காக வேலை செய்து வருகிறது. இக்குழுவினர் கணிதத் துறைக்குரிய சொற்களைக் கணிச அளவுக்கு எளிதாக்கியும் ஒருமைப்படுத்தியும் இவ்வாசகங்களது மிகைப்பாட்டைக் குறிபிடத்தக்கவாறு குறையச் செய்துள்ளனர். விஞ்ஞானத்தில் விரிவாகப் பயன்படுத்தப்படும் உருவ மொழிகள் குறித்தும், முக்கியமாய் இரசாயன சூத்திரங்கள், குறிக்கணித [algebraic] குறிகள், கணிதச் சங்கேதங்கள் ஆகியவை குறித்தும் இது போன்ற வேலை அவசியமாகும். இவை யாவும் பொதுவான ''விஞ்ஞானக் குறிக்கோவையாக'' ஒன்று திரட்டப் பெற்று ஒருமைப்படுத்தப்படுவதன் அவசியம் மேலும் மேலும் தெளிவாகி வருகிறது. இம்மொழிகளில் மிகைப்பாடு மிகவும் குறைவு; இவை ஒருமைப்படுத்தப்படுமாயின் இது அறவே இல்லாதொழிந்துவிட முடியும்.

இந்த ஒருமையாக்கப் போக்கு மின்னணுக் கணிப்பியந்திரங்களின் விவகாரத்துக்கும் பரவி வந்துள்ளது. இடைநிலை மொழிகள், தகவல் இயந்திர மொழிகள், ''ஊமைத்'' துளையட்டைகளுக்குப் பதிலாய்ப் பயன்படக்கூடிய செயல்திட்ட மொழிகள்—இவ்வாருய் இந்த இயந்திரங்கள் வெவ்வேறு வகையான பல மொழிகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இவற்றை எல்லாம் ஒரு பொதுவான இயந்திர மொழியாக எப்படி

ஒருங்கிணைக்காலம் என்று விஞ்ஞானிகள் மும்முரமாய் ஆலோசித்து வருகின்றனர். இந்தப் பொது மொழி சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுக்குள்ளும் இயந்திரங்களுக்கிடையிலும் மற்றும் இயந்திரத்திடமிருந்து மனிதனுக்கும் மனிதனிடமிருந்து இயந்திரத்துக்கும் தகவல் அனுப்பிக் கொள்வதற்கு ஏற்றதாய் இருக்கும். இம்மொழியில் ஒவ்வொரு குறியும் இன்றியமையாததாய் இருக்க வேண்டும்; இதன் மிகைப்பாடு பூஜ்யமாய் இருத்தல் வேண்டும்.

பொதுவாய்ப் பேசுமிடத்து ஒருவகை முழுமுதல் பொதுக் குறி மொழி ஒன்று ஏற்கனவே இருக்கிறது. கணிதத் தர்க்கவாத மொழியே இது. மொழி என்பது மக்களுக்கிடையிலான தகவல் போக்குவரத்துச் சாதனம் மட்டுமல்ல, கருத்துக்களுக்கு உருவளிக்கும் சாதனமும் ஆகும். ஆனால் சில காலமாய் இந்தத் தர்க்கவாதம் உண்மையில் எந்த அளவுக்கு நம்பகமானது என்பது குறித்து நியாயமான சந்தேகங்கள் எழுப்பப்பட்டுள்ளன. இயந்திரங்கள் பயன்படுத்திக் கொள்வதும் இதே தர்க்கவாதமாகையால், ஒருமித்த இயந்திர மொழியை உருவாக்கிடும் பிரச்சினை இதைக் காட்டிலும் மிகவும் முக்கியமான மற்றொரு பிரச்சினையை—அதாவது இயந்திரங்களது சிந்தனையின் செயல்முறை எந்த அளவுக்கு நம்பகமானது என்னும் பிரச்சினையை—எழுப்புகிறது.

கண்டிப்பான தர்க்கவாதம் அவசியமா?

மேஜைக்கு மேல் கையை நீட்டி ஆட்டியபடி குரங்கு சற்று நேரம் என்ன செய்வதென்று புரியாமல் தயங்கியது. பிறகு பொறுமை இழந்து முகத்தைச் சுளித்துக் கொண்டு, மேஜையின் மேல் பரப்பி வைக்கப்பட்டிருந்த அட்டைத்

துண்டுகளையும் கண்ணுடிச் சில்லுகளையும் காகிதப் பந்துகளையும் வேகமாய்ப் பொறுக்கியெடுத்தது. ஒவ்வொன்றின் அடியிலும் சிறு குழி இருந்தது. கடைசிக்கு முந்திய குழி ஒன்றைத் தவிர ஏனையவை யாவும் காலியாய் இருந்தன. இந்த ஒரேவொரு குழியில் மட்டும் வாழைப்பழத் துண்டு இருந்தது. அதை வெடுக்கென பற்றிக் கொண்டு குரங்கு அதன் கூண்டின் மூலைக்கு ஓடிற்று.

ஆராய்ச்சியாளர் இன்னொரு வாழைப்பழத் துண்டை இக்குழிகளில் ஒன்றினுள் மறைத்து வைத்து யாவற்றையும் திரும்பவும் துண்டுகளாலும் வில்லைகளாலும் மூடினார். இம்முறை குரங்கு தன் செயலுக்குரிய திட்டத்தை வகுத்துக் கொண்டுவிட்டது போல குறிக்கோள் வழிப்பட்ட முறையில் செயல்பட்டது. ஆகவே அது முன்னிலும் சீக்கிரமாகவும் குறைந்த அளவு முயற்சியுடனும் வாழைப்பழத் துண்டை எடுத்தது. காகித அட்டைக்கு அடியில் மறைந்துள்ள உணவை எடுக்க வேண்டுமென்று இம்முறை அது செயல்பட்டது.

குரங்கின் ''சிந்தனைச்'' செயல்முறைகளைக் கண்டறிவதற்காக அமெரிக்க நரம்பியல் நிபுணர் கார்ல் பிரிப்ராம் இந்தச் சோதனையை நடத்தினார். குரங்கின் வேலையில் இரு கூறுகள் அடங்கியிருந்தன: பரப்பப்பட்டிருந்த பல பொருள்களில் ஒன்றுக்கடியில் மறைந்திருக்கும் உணவைத் தேடுதல் ஒரு கூறு; தொடர்ச்சியான பல சந்தர்ப்பங்களில் பல பொருள்களில் ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுப்பது மற்றொரு கூறு. இந்தச் சோதனைகளில் பரப்பி வைக்கப்பட்ட பொருள்களின் எண்ணிக்கை படிப்படியாக அதிகமாக்கப்பட்டது. சைபர்னெத்திய அமைப்பு ஒன்று செய்வது போல, முயற்சிகளும் தவறுகளுமான தேடல் முறைப்படி இந்தப் பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காணப்படுமாயின், வெற்றிகர முடிவுக்கு முன்னதாய்ச் செய்

யப்படும் முயற்சிகளின் எண்ணிக்கை, குரங்கு எத்தனைப் பொருள்களிலிருந்து ஒன்றைத் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டியிருக்கிறதோ அந்த எண்ணிக்கைக்கு நேர் விகிதமாய் இருக்கும். தொடக்கத்தில் ஐந்து, ஆறு பொருள்கள் மட்டுமே இருந்த போது, இதன்படியே நடந்தேறியது. ஆனால் பொருள்களின் எண்ணிக்கை கணிசமாய் அதிகமாவதற்குள், குரங்கு அனுபவம் பெற்றுவிட்டது. ஆகவே தோல்விக்குரிய முயற்சிகளின் எண்ணிக்கை குறைந்து சென்றது. மூளையானது தன்னை எதிர் நோக்கும் நிலைமைக்கு ஏற்ற குறிப்பிட்ட செயல்முறையை உருவாக்கிக் கொண்டுவிட்டது. அதன் தேடல் முறை முன்னிலும் செயல் முனைப்புடையதாகவும் அதே போதில் முன்னிலும் சிக்கனமானதாகவும் திருந்திச் சென்றது.

எதிர்நோக்கிய நிலைமையில் அடங்கிய பல்வேறு சாத்தியப்பாடுகளிலும் செலுத்தப்பட்ட குறைவான கவனம் இதற்குச் சான்றாகும். குரங்கின் மூளை அனுபவமுடையதாகி விட்டதால், ஒரு சில அவசியக் கூறுகளின் அடிப்படையில் அது தீர்மானத்துக்கு வர முடிந்தது. நுட்ப விவரங்கள் ஊகித்துக் கொள்ளப்பட்டன அல்லது ஆராயப்படாமலே ஏற்றுக் கொள்ளப்பட்டன. மூளையினுடைய செயற்பாட்டின் தர்க்க வாதம் இறுகு நிலை தளர்ந்து மேலும் நெகிழ்வுடையதாகிறது. கண்கூடாய்த் தெரிவதை மட்டுமின்றி ஓரளவு மறைபொருளாய் இருப்பதையும் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள அது கற்றுக் கொண்டுவிடுகிறது.

மேலும் சோதனைகள் நடத்திச் சென்றபோது மூளையின் வெவ்வேறு மண்டலங்கள் பல்வேறு தர்க்கவாதச் செய்மானங்களுக்கும் மூல இடங்களாய் இருப்பது தெரிய வந்தது. மூளைக்கு வந்துசேரும் குறியறிவிப்புகளின் தேர்வு (இந்தச் சோதனையில் இவை முதல் கட்டமான உணவுத் தேடலைக்

குறிப்பவை) உச்சிப் பிரிவு, பின்மண்டைப் பிரிவு, பொறிப் பிரிவு இவை சந்திக்கும் இடத்திலுள்ள ஒரு பகுதியில் நடை பெறுகிறதென்பது தெரிந்தது. ஆனால் முடிவான இறுதித் தேர்வு இவற்றுக்கிணைவான புறணியடி நரம்பு முடிச்சுகளால் செய்யப்படுகிறது. மேற்கூறிய மண்டலம் உத்தேசத்திலுள்ள செயலின் குறிக்கோளை நிர்ணயித்துப் பிரதான பிரச்சினையை தனிமைப்படுத்துகிறது. பிரச்சினைக்குத் தீர்வு காண்பதற் குரிய முறையை (அதாவது, பல பொருள்களிலிருந்து தேவை யான ஒரு பொருளைத் தேர்ந்தெடுப்பதற்கான திட்டத்தை) மூளையின் முன்புறப் பிரிவைச் சேர்ந்த முன்னிலை மண்டலங் களில் இருக்கும் மற்றொரு பகுதி நிர்ணயிக்கிறது.

தர்க்கவாதப் பிரச்சினைகளுக்கு மனித மூளை எப்படி தீர்வு காண்கிறது? நாம் சொற்களைக் கொண்டு சிந்தனை செய்கிறோம். பொதுப்படையான கருத்தோட்டங்களை உருவாக்கிக் கொள்ளவும் இவற்றின் துணை கொண்டு அபிப்பிராயங்களை உருவாக்கிக் கொள்ளவும் சொற்களையும் வாக்கியங்களையும் பயன்படுத்துகிறோம். அபிப்பிராயங்களிலிருந்து மேலும் உயர் நிலைக்குரிய தர்க்கவாதக் கட்டுமானமாகிய முடிவுகளை வந்தடைகிறோம்.

கருத்தோட்டங்கள், அபிப்பிராயங்கள், முடிவுகள் இவற் றின் வடிவத்தில் நமது சிந்தனைகள் அமைந்துள்ளன. சிந்தனை யின் இக்கூறுகள் உருவாவதையும், இவற்றினிடையிலான உறவுகளையும் தர்க்கவியல் ஆராய்கிறது. இந்தத் தனிவகை விஞ்ஞானம் அரிஸ்டாட்டில் காலத்தியதாகும். அவர் சிந்தனை யின் அடிப்படை விதிகளை நிலைநாட்டினார்; அபிப்பிராயங்கள் உருவாவது பற்றிய விதிகளைப் பகுத்தறிந்து கூறினார்; காரண காரியச் சிந்தனையின் தர்க்க முரண்பாடான முறைகளை வரை யறை செய்தார்.

தர்க்க முரண்பாடான இந்தச் சிந்தனை முறைகளில் பல கூறுமலே விளங்குபவை. ''இரண்டும் இரண்டும் நான்கு, ஆகவே வரிக்குதிரைகள் ஆப்பிரிக்காவில் வசிப்பவை'' என்ற உரையில் தர்க்கவாத விதி மீறப்பட்டிருக்கிறது என்பதை அறிய தர்க்கவாதத் தேர்ச்சி வேண்டியதில்லை. ஒன்றோடொன்று ஒப்பிட முடியாத இரு கூற்றுகள் இங்கு ஒன்றையொன்று சார்ந்திருக்கும்படிச் செய்யப்படுகின்றன.

தர்க்க முரண்பாடுகள் யாவுமே இது போலக் கண்கூடாய்த் தெரிவதில்லை. அக்கிலீசையும் ஆமையையும் பற்றியது இவற்றில் ஒன்று. ஆமை நிற்காமல் போய்க் கொண்டிருக்கும் வரை அதிவேக அக்கிலீசால் அதைப் பிடிக்க முடியாது என்பது போன்ற புகழ்பெற்ற எத்தனையோ முரணுரைகளை உதாரணமாய்க் கூறலாம். இந்தத் தர்க்க முரண்பாடுகளை நிரூபிப்பது கடினமாயிருப்பதற்குக் காரணம் தர்க்கவாத விதிகள் பலருக்குத் தெரியாதென்பது மட்டுமல்ல; உரைகளின் சொல்லமைப்பு தர்க்கவாதக் காரணகாரிய விளக்கத்தை மறைத்து விடுவதும் காரணமாகும். துல்லியமான எல்லா விஞ்ஞானங்களையும் போலவே தர்க்கவியலுக்கும் அதற்குரிய சொந்த மொழி தேவையாகும் என்பதாய் விஞ்ஞானிகள் பல காலத்துக்கு முன்னதாகவே முடிவு கட்டியிருந்தனர். இது பொதுமையாக்கப்பட்ட மொழியாகவே இருத்தல் வேண்டும். அப்பொழுதுதான் இரசாயனவியலாளர், பொறியாளர், வானியலாளர், உயிரியலாளர் முதலான அனைவரது காரணகாரிய சிந்தனையையும் ஒருங்கே சிறப்பாய் எடுத்துரைக்க இதனை உபயோகிக்க முடியும்.

இது போன்ற ஒரு மொழி உருவாக்கப்பட்டுவிட்டது. காரணகாரிய சிந்தனையின் ஒவ்வொரு வகையும் இதில் கணிதக் குறிகளையொத்த, இடுகுறிகளால் குறிக்கப்படுகிறது.

கணிதவியல் முறையிலான கண்டிப்பு மிக்க தர்க்கவாதத்தின் காரணமாய் இது ''கூர்மதி கொண்ட'' இயந்திரங்களுக்கு மிகவும் வசதியாய் அமைந்துவிட்டது. காரணகாரிய ஆய்வின் மிக எளிய வகையான ''ஆம்-இல்லை'', அல்லது ''சரி-தப்பு'' என்னும் பதில்களுக்கு ஒத்த ''வெட்டியநிலை—ஒட்டியநிலை'' குறிகளே மின்னணுக் குழாய்களின் தர்க்கவாதமாகும்.

குழாய்களைப் பக்க அடுக்கிலோ, தொடர் அடுக்கிலோ சேர்ப்பதின் மூலம் ''உம்'' மும், ''அல்ல'' தும் இயந்திரத்தினுள் பொருத்தப்பட்டு, இயந்திரத்தின் தர்க்கவாதம் மேலும் வளர்த்திடப்படுகிறது. ''உம்'' குறியறிவிப்புக்கு இரு குழாய்கள் இணைந்து ஒட்டியநிலை பெற வேண்டும்; ''அல்லது'' குறியறிவிப்புக்கு இரண்டில் ஒன்று ஒட்டியநிலை பெற வேண்டும்.

சைபர்னெத்திய இயந்திரங்களைப் படைப்போர் தமது அமைப்புகளுடைய கடுங்கண்டிப்பான தர்க்கவாதம் குறித்துப் பெருமைப்பட்டுக் கொள்கிறார்கள். ''இவற்றின் காரண காரிய சிந்தனையில் ஊசலாட்டம் இல்லை'' என்று பொறியாளர்கள் கூறுகின்றனர். ''இந்த இயந்திரம் 'சிந்தித்து முடிவு செய்தது' மாற்றமுடியாத 'கடுங்கண்டிப்பான முடிவாய்' இருக்கும்; பல சந்தர்ப்பங்களில் உறுதியாய் அறுதியிட்டுச் சொல்ல முடியாமல் இருக்கும் மனிதனின் காரணகாரிய சிந்தனையைப் போன்றதல்ல இது.''

ஆனால் மனித சிந்தனைகள் மாற்றமுடியாத ''கடுங்கண்டிப்பான'' முறையில் இல்லாதது உண்மையில் விரும்பத்தகாத ஒன்றா? நம்மைச் சுற்றிலுமுள்ள உலகும், அதை ஆளும் விதிகளும் முற்றிலும் கடுங்கண்டிப்பானவை அல்லவே. ஐயுறவுகளும் எதிர்பாரா நிகழ்வுகளும் நிலையின்மைகளும் நிறைந்தது உலகு. தர்க்கவாதத் தேர்வாய்வில் சுதந்திரமுடைய

தாய் இருப்பதன் மூலம் மனித மூளை நன்மையே அடைகிறது. இயந்திரத்தையும் மனிதனையும் ஒரே வகையான வேலையைச் செய்ய வைத்தபோது இவ்வுண்மை மிகத் தெளிவாய்ப் புலனாயிற்று. இயக்குக் கேந்திரத்தின் பொத்தான்களை அழுத்தும் வேலையை இயந்திரத்தையும் மனிதனையும் செய்ய வைத்த இந்தச் சோதனை உயர் நரம்புச் செயற்பாட்டுக் கழகத்தில் நடத்தப்பட்டது. பேராசிரியர் அலெக்சேயெவ் உயிரியல் சைபர்னெத்திய மாநாடு ஒன்றில் இதனை விவரித்தார். இரு பொத்தான்கள் இருந்தன; இவற்றை அழுத்திக் 'கிளிக்' என்னும் ஒலியை உண்டாக்கியாக வேண்டும். ஆனால் பொத்தானை அழுத்தியதும் மாற்றமின்றி ஒரே மாதிரியான விளைவு கிடைக்காது. அறியொண்ணாத அமைவில் 'கிளிக்' ஒலிகள் உண்டாயின. உதாரணமாய், வலப்புறப் பொத்தானை அழுத்துகையில் மூன்று அழுத்தலுக்கு ஒரு முறை 'கிளிக்' ஒலி கேட்டது; இடப்புறப் பொத்தான் முறையின்றிக் குருட்டாம்போக்கில் இவ்வொலியை உண்டாக்கிற்று. குறிப்பிட்ட நேரத்துக்குள் அதிகமான எண்ணிக்கையில் ''கிளிக்'' ஒலி உண்டாக்கிக் காட்டுவதே இயந்திரத்துக்கும் மனிதருக்கும் இங்கு கொடுக்கப்பட்ட பணி. இச்சோதனையில் மனிதரின் செயல்கள் எப்பொழுதும் தர்க்கவாதத்துக்கு ஒத்திருக்கவில்லை. சில நேரங்களில், யாவும் நன்கு நடைபெறுவதாய்த் தோன்றிய நேரங்களிலுங்கூட, அவர் செயல்களில் ''தர்க்க விரோதமான'' திடீர்த் தாவல்கள் காணப்பட்டன. நூற்றுக்கு 65 வீதமான அழுத்தல்கள் தர்க்கவாதத்துக்கு ஒவ்வாதனவாய் இருக்கும் அளவுக்கு ''தர்க்கவிரோதச்'' செயல்களின் எண்ணிக்கை அதிகமாயிருந்தது. சோதனையின் முடிவில் இந்த எண்ணிக்கை இன்னும் அதிகரித்துச் சென்றது. ஒலிவாங்கிகளில் 'கிளிக்' ஒலி கேட்பதன் சம்பாவிதம் குறையக்

குறைய, தேர்வாய்வின் தர்க்கவாதம் மேலும் மேலும் கண்டிப்புடையதாகியது; அவருடைய நடத்தையின் தற்செயல் தன்மை மேலும் மேலும் குறையலாயிற்று.

ஆனுல் இயந்திரமோ கண்டிப்பான தர்க்கவாதத்திலிருந்து இம்மியும் பிறழாது செயல்பட்டது. இதன் விளைவு என்னவெனில், விரைவில் இது மனிதருக்குப் பின்தங்கிவிட்டது. இயந்திரங்கள் இயல்பாகவே புத்திக் குறைவாய்ச் செயல்படுவதற்கு அவற்றின் இந்த நெகிழ்வற்ற நடத்தையே காரணம். அவற்றுள் பொருத்தப்பட்ட தர்க்கவாதச் செயல் நெறிகளை அவை இம்மியும் பிறழாத முறையில் அப்படியே அனுசரிக்கின்றன. உறுதி வாய்ந்த அசடுகளாய் அவை தமது நினைவுக் களஞ்சியத்திலுள்ள சாத்தியமான எல்லா வகைக் கூறுகளையும் அலசிப் பார்க்கின்றன. நவீன இயந்திரங்கள் முட்டாள்தனமான அளவுக்குத் தர்க்கவாதப்படி செயல்படுகின்றன என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகிருர்கள். ''படித்த முட்டாள்கள்'' என்பதாய் உடலியலாளர் ஒருவர் மின்னணு இயந்திரங்களைக் கூறுகிருர்.

மனிதன் ''கட்டிறுக்கமில்லா'' தர்க்கவாதமுடையவனுய் இருப்பதால்தான், இயந்திரத்தைக் காட்டிலும் வேகமாய் அவனுல் செயலின் விளைவுகளுடைய அமைவைக் கண்டுணர முடிந்தது. காரணகாரிய ஆய்வின் கண்டிப்பான தர்க்கவாதக் கட்டுதிட்டத்திலிருந்து பிறழும் இந்தத் திரிபுகள் உயிருள்ள, சிந்தனையாற்றல் கொண்ட மூளைக்கு இன்றியமையாதனவாகும். மூளைச் செயற்பாட்டின் ''தர்க்கவிரோதத் தர்க்கவாதமாய்'' வெளித்தோற்றத்துக்குத் தெரியும் இந்தச் சிறப்புதான், சரியான தீர்வை வந்தடையும் படி வழியிலான தேடல் எனும் வளர்வேகத் தேடல் முறையில் வெளிப்படுகிறது.

கடுங்கண்டிப்பான தர்க்கவாதச் சிந்தனை முறையை நாம் அபூர்வமாகவே கையாளுகிறோம். மிக எளிய நிலைமைகளிலோ, ஆக்கப் பணி முடிவுற்று வெறுங் ''கணிப்புகள்'' மாத்திரம் எஞ்சியிருக்கையிலோ, அதாவது வேலையின் இறுதியிலோ தான் நாம் இம்முறையை அனுசரிக்கிறோம்.

அடிப்படையான நமது காரணகாரிய சிந்தனை சம்பிரதாய தர்க்கவாதத்தின் வரம்புகளுக்கு வெளியேதான் நடந்தேறுகிறது. எனவேதான் பல சந்தர்ப்பங்களில் நாம் ஒரு முடிவை எப்படி வந்தடைந்தோம் என்றோ, ஒரு பிரச்சினைக்குச் சுற்றுவழியிலும் கணித முறையல்லாத வழியிலும் எப்படி விடை கண்டோமென்றோ விளக்குவது கடினமாகிவிடுகிறது. ஏனெனில் கற்பனா சக்தியும் உள்ளுணர்வும் நமது சிந்தனைச் செயல் முறைகளில் முக்கிய பங்கு வகிக்கின்றன.

இம்மியளவேனும் இயந்திரங்கள் நமது மூளைக்கு ஒப்பான முறையில் செயல்பட வேண்டுமென நாம் விரும்பினால், அவற்றுக்கு மனிதன் அனுசரிக்கும் தர்க்கவாதத்தை, அதாவது உயிருள்ள மூளையின் செயற்பாட்டினது நடைமுறை விதிகளை அளித்தாக வேண்டும். தனித்தேர்ச்சி வாய்ந்த தர்க்கவாதச் செயற்பாட்டு இயந்திரங்களை உருவாக்குவதற்குப் பொறியாளர்கள் முயன்று வரும் இக்காலத்தில் இது முன்னிலும் மிகவும் அவசியமாகும். கணிப்புக்கோ, ஒழுங்கியக்குவதற்கோ, ஒப்புமை ஆய்வுகளுக்கோவான இயந்திரங்களல்ல— மிகப் பல தொகுப்புகள் உள்ளடங்கிய பொறியியல் அமைப்புகளாகிய தொலைக்காட்சிப் பெட்டிகள், வானொலிப் பெட்டிகள் முதலானவற்றின் கோத்திணைப்பைச் சரிபார்க்கக் கூடிய இயந்திரங்களை அவர்கள் உருவாக்க முயலுகின்றனர்.

இத்தகைய பரீட்சார்த்த இயந்திரம் ஒன்று அதன் மின்னணுச் சோதரர்களின் மின் சுற்றிணைப்புகளைச் சரிபார்ப்

பதற்காக உபயோகிக்கப்பட்டது. ஒவ்வொரு தொகுப்பிலும் 4,000க்கு மேற்பட்ட இணைப்புகள் இருந்தன. தேர்ந்த தரச் சோதனையாளர்களால் ஏற்கனவே சரிபார்க்கப்பட்ட தொகுப்புகளில், சில சந்தர்ப்பங்களில் எட்டு தவறுகள் வரை இருப்பதை இவ்வியந்திரம் கண்டுபிடித்தது. இது போன்ற ஓர் இயந்திரம் கடுங்கண்டிப்பான தர்க்கவாதமுடையதாயிருக்க வேண்டும். சிக்கலான தொழில்நுட்பச் செயல்முறைக்கு உத்தமமான சிறந்த வழியைக் கண்டுபிடிக்கும் ''உத்தமமாக்கிகள்'' [optimizers] என்றழைக்கப்படும் மின்னணு இயந்திரங்களும் நிர்மாணிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதன்முன் தயாரிக்கப்பட்ட மின்னணு அமைப்புகளில் செயல்முறையின் ஒப்புமை தோற்றுவிக்கப்பட்டு முயற்சிகளும் தவறுகளுமான தேடல் முறையின் மூலம் மிகவும் சிறந்த செயல்முறை நிர்ணயிக்கப்பட்டது. இது மனிதனுல் செய்யப்பட்டது. அவனுடைய நிர்ணயிப்பு பல சந்தர்ப்பங்களில் பட்சபாதமுடையதாய் இருக்கலாம்.

இப்பொழுது இவ்வேலை விருப்புவெறுப்பற்ற இயந்திரத்தால் செய்யப்படுகிறது. உத்தம முறையைத் தேடிப்பிடிப்பதற்கு அது எல்லாச் செயல்முறைகளையும் சோதித்துப்பார்க்க வேண்டியதில்லை. கடுங்கண்டிப்பான தர்க்கவாதத்துக்குப் பதிலாய்,இயந்திரத்தின் அகச்சார்பற்ற தன்மையுடன் மனிதத் தர்க்கவாதச் சிந்தனை முறையும் இணைந்த தேர்வாய்வு அனுசரிக்கப்படுமாயின், மேலும் சிறப்பான பலன்களைப் பெற முடியும். இத்தகைய ஒழுங்கியக்கி அமைப்பு ஏற்கனவே ஏற்கப் பெற்ற செயல் முறையை குருட்டுத்தனமாய்ப் பின்பற்றிச் செல்ல வேண்டியிருக்காது. அது நெகிழ்வுடன் செயல்படக் கூடியதாகவும், மாமூலான தீர்வு முறைக்குப் பதிலாய் மாமூலல்லாத ஒன்றைக் கையாளக் கூடியதாகவுங்

கூட இருக்கும். கடுங்கண்டிப்பான தானியங்கிப் பொறியாய்ச் செயல்படாததால், எதிர்பாராத நிலைமைகளில் என்ன செய்வதென்று தெரிந்திருக்கும்.

உயிருள்ள மூளையின் சிந்தனைக்குரிய செயல் முறைகளை இயந்திரங்களினுள் பொருத்துவதற்குப் பற்பல வழிகளும் வகுக்கப்பெற்று வருகின்றன. இயக்குக் கேந்திரத்தில் ஒருவரை அமர்த்தித் தேவையான செயல்முறையின் மின்னணு ஒப்புமை ஒன்றை இயக்கச் செய்வது ஒரு வழி. மேற்கொண்டு மேம்பாடு ஏற்படாத நிலை வரும்வரை இவர் படிப்படியாகச் செயல்முறைகளை மாற்றிச் செல்கிறார். இவ்வாறு அவர் மிகவும் சிறந்த முறையை வந்தடைகிறார். இந்த முடிவுகளின் அடிப்படையில் தானியங்கி அமைப்பு உருவாக்கப்படுகிறது.

ஆனால் உயிருள்ள மூளை அனுசரிக்கும் முறைகளில் பிரச்சினைகளுக்குத் தீர்வு காணவும் காரணகாரிய ஆய்வு செய்யவும் வல்ல இயந்திரத்தை அமைத்திடுவதே யாவற்றிலும் சிறந்த வழி. இது போன்ற ஓர் இயந்திரத்தின் சிறப்புக்களைத் கூறத் தேவையில்லை.

கற்றறிதலின் ஆல்கரீதங்கள்

விபரீதமான பரீட்சை ஒன்று நடைபெற்றது. பரீட்சைக் நடத்தியது ஓர் இயந்திரம். பெரிய கடையில் காணக்கூடிய ரொக்கப் பதிவு இயந்திரத்தைப் போலிருந்தது அது. அதன் அமைப்பாளரான லெவ் லாந்தாவை அது கேள்விகள் கேட்டுக் கொண்டிருந்தது.

''பள்ளி ஆசிரியராய் நான் பல ஆண்டுகள் வேலை செய்திருக்கிறேன்'' என்று லெவ் லாந்தா கூறுகிறார். ''கணிதத் தேற்றங்களையும் விதிகளையும் மாணவன் தெரிந்து கொண்டு

விட்டான் என்பதால் அவனுல் அவற்றை உபயோகித்துக் கணக்குகள் போட முடியுமென்று அர்த்தமல்ல. ஏனைய ஆசிரியர்களைப் போல நானும் இதனைப் பல சந்தர்ப்பங்களிலும் பார்த்திருக்கிறேன். மாணவனுடைய அறிவும் ஒரு தேற்றத்தை உபயோகிப்பதற்கு அவனுக்குள்ள ஆற்றலும் அவனுடைய நினைவில் வெவ்வேறு 'அறைகளில்' வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன என்றும் இவற்றை அவனுல் ஒன்றுசேர்த்திட முடியவில்லை என்றும் கூறலாம். ஆசிரியர்களான நாங்கள் விதிகளையும் சூத்திரங்களையும் மாணவர்களுக்குச் சொல்லித் தருவதுடன் நின்றுவிடுகிறேம். மாணவர்களை அவரவருக்கும் முடிந்த அளவுக்கு அவர்களது சிந்தனை ஆற்றல்களை வளர்த்துக் கொள்ளும்படி விட்டுவிடுகிறேம். திறமைசாலிகளாய் இருப்போர் உள்ளுணர்வின் துணை கொண்டு சரியான சிந்தனை முறைகளை வளர்த்துக் கொள்கிருர்கள். அவ்வளவாய்த் திறமையில்லாத மாணவர்கள் திறம்பட அறிவைப் பயன்படுத்திக் கொள்ள ஆற்றலின்றியே பள்ளிப் படிப்பை முடிக்கிருர்கள்.''

லெவ் லாந்தா கல்வி போதனுத் துறை தத்துவம் பயின்றவர்தான். ஆனுல் சிந்தனை என்னும் அருங்கலையைப் பள்ளி மாணவர்களுக்கு எப்படி போதிப்பதென்று ஆரம்பக் காலத்தில் அவர் தெரியாதவராகவே இருந்தார். பல பள்ளிகளில் தர்க்கவாதம் கற்றுத் தரப்படுகிறது. ஆனுல் இது போதாது. பல மாணவர்கள் தமது எண்ணங்களை வெளியிடுவதற்கு எவை சரியான வழிகள், எவை தவருனவை என்பதைக் கற்றறிந்து கொண்டாலுங்கூட, இதனுல் அவர்களுடைய சிந்தனைத் திறன் உயர்ந்துவிடுவதில்லை. அவர்கள் தாம் கற்றதைப் பயன்படுத்திக் கொள்ளும் ஆற்றலற்ருேராகவே இருந்துவிடுகிருர்கள்.

சிந்திக்கவும் காரணகாரிய ஆய்வு செய்யவும் முடிவுகளை வகுத்திடவும் பள்ளி மாணவ மாணவியருக்குக் கற்றுத் தர வேண்டுமென்பது தெளிவு. சைபர்னெத்தியர் கூறக்கூடியது போல, தர்க்கவாதக் காரணகாரிய ஆய்வின் ஆல்கரீதங்களைக் கண்டுபிடித்து, அவற்றை மாணவர்களுக்குச் சொல்லித் தருவது அவசியமாகும். வடிவகணிதக் கணக்குகளைப் போடுவதற்கான செய்முறையை லாந்தா பல செய்மானங்களாகப் பகுத்திட்டார். எட்டாம் படிவ மாணவர்களுக்கு அவர் இம் முறையைக் கையாண்டு பாடம் சொல்லிக் கொடுத்ததும் சிறந்த பலன்கள் கிடைத்தன. கணக்குகளுக்கு எப்படித் தீர்வு காண்பதென்று தெரிந்து கொள்ளாமலே இரண்டரை ஆண்டுகளாய் வடிவகணிதம் பயின்று வந்த மாணவர்களுக்கு இப்பொழுது வடிவகணிதத்தில் ஈடுபாடு உண்டாயிற்று. ஆல்கரீதங்களில் சொற்ப காலத்துக்குப் பயிற்சி பெற்றதும், முன்பெல்லாம்சிறிதும் புரியாதிருந்த கணக்குகளில் பெருவாரியானவற்றை அவர்களால் போட முடிந்தது. லாந்தா தமது ஆராய்ச்சிகளை விரிவுபடுத்திச் சென்ருர். மொழி போதனைக்கான ஆல்கரீதங்களை அவர் வகுத்திட முற்பட்டார். வகுப்பில் பாட போதனைக்கு அவற்றைப் பயன்படுத்தியதும் மாணவர்கள் குறிப்பிடத்தக்க முன்னேற்றம் கண்டனர்.

கண்கூடான வெற்றிகள் கிட்டின என்ருலுங்கூட, லாந்தாவின் மாணவர்களிடையே பின்னிலையாளர்கள் சிலர் இருக்கவே செய்தனர். காரணம் விளங்கவே இல்லை. ஏனெனில் இந்தப் பின்னிலையாளர்களுக்குப் பிழையற்ற சிந்தனையின் இரகசியம் தெரிந்தே இருந்தது. விடாப்பிடியான ஆராய்ச்சியாளராகிய லாந்தா இதன் மூல காரணத்தைக் கண்டுபிடிப்பதென்று உறுதி பூண்டார். இந்தப் பின்னிலையாளர்களில் ஒருவனைத் தமது அறைக்கு அழைத்துச் சென்று விசாரித்தார்:

''உண்மையை மறைக்காமல் சொல், திரும்பவும் நீ குறைவான மதிப்பெண் பெறக் காரணம் என்ன? நீ அனுசரித்திருக்க வேண்டிய செய்மானங்களைத் திரும்பவும் செய் பார்ப்போம்.''

''திருப்பிச் செய்து பயனில்லை. எனக்கு மனப்பாடமாகி விட்டவையே அவை'' என்று மாணவன் பதிலளித்தான். ''சிந்திப்பதற்கு எனக்குப் பிடிக்கவில்லை....'' அந்தந்தப் பாடத்துக்குமான ஆல்கரீதங்கள் தெரிந்தால் மட்டும் போதாதென்பதை இது லாந்தாவுக்குத் தெளிவாய்ப் புலப்படுத்திற்று. தேவையானது எதுவெனில், பயிற்றுவித்தல், கற்றறிதல் ஆகிய இந்நிகழ்ச்சிப்போக்குகளுக்கான ஆல்கரீதம்தான். வேறு விதமாய்ச் சொன்னால், அறிவை மாணவர்களுக்குப் போதித்தால் மட்டும் போதாது; பயிற்றுவித்தல், கற்றறிதல் ஆகிய இந்நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை ஆசிரியர் நேரடியாகக் கூர்ந்து கவனித்தும் ஒழுங்கியக்கியும் வர வேண்டும்.

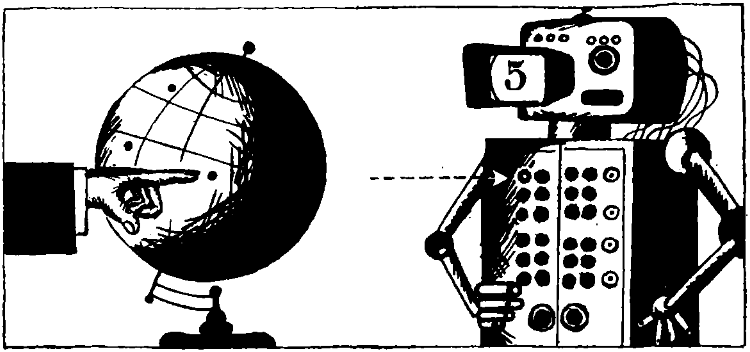
மனித மூளைக்கு உவமையாகப் பொறியாளர்கள் கூறுகிறார்களே அந்தக் ''கரும் பெட்டியாகவே'' ஆசிரியருக்கு மாணவன் அமைந்துவிடுகிறான். மாணவனுடைய தலைக்குள் சில தகவல்களைச் ''செலுத்திவிட்டோம்'' என்பது ஆசிரியருக்குத் தெரிகிறது. ஆனால் இவற்றில் அவன் புரிந்து கொண்டது எவ்வளவு, நினைவுக் களஞ்சியத்தில் தங்கியது எவ்வளவு, வெளியே ஓடிவிட்டது எவ்வளவு என்பது அவருக்குத் தெரியாது. மாணவன் முன்னிலும் நன்றாய்க் கணக்குப் போடுகிறான் அல்லது நன்றாய் எழுதுகிறான் அல்லது இரண்டும் இல்லை என்கிற இறுதிப் பலனைக் கொண்டே அவர் இவற்றைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியிருக்கிறது.

இரண்டும் இல்லை என்னும்போது, மாணவனின் மூளையில் செயல்படாதிருந்துவிட்ட விசை என்ன என்றகேள்விஎழுகிறது.

இது பற்றி நாம் ஊகித்தறிவதையன்றி வேறு வழியில்லை. ஏனெனில் பாடத்தின்போது மாணவனுடைய மனத்துள் நடைபெறுவது, மண்டை ஓடாகிய ''கரும் பெட்டியினுள்'' நடைபெறும் உடலியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளைப் போல ஆசிரியரின் பார்வையிலிருந்து மறைக்கப்பட்டுவிடுகிறது. ஆயினும் விஞ்ஞானிகள் உடலியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகள் பலவற்றை இயக்கக் கற்றுக் கொண்டுவிட்டார்களே. கல்வி போதனையில் அடங்கியுள்ள உளவியல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளை இயக்க முயன்றால் என்ன? இது மிகவும் கடினமானது என்பது மெய்தான். ஆனால் கோட்பாட்டு அளவில் முடியாத காரிய மல்லவே. மனித மூளையானது ''தனக்குத் தானே செயல்திட்ட மிட்டுக் கொள்ளும்'' ஓர் அமைப்புதான் என்றாலும், அதை அதன் போக்கிலேயே செல்லும்படி விட்டுவிட வேண்டிய தில்லை. தானாகவே மூளை கற்றறிவதிலுள்ள செய்முறைகளில் தலையிட்டு அதன் உளவியல் வளர்ச்சிக்கு வழிகாட்டியாக வேண்டும்.

திறம்பட அமைந்த ஒழுங்கியக்கியிற்குத் திறம்பட அமைந்த விளைவறிவிப்பு அவசியமாகும். தற்காலக் கல்வி போதனைமுறைகளில் இவ்விளைவறிப்பு இல்லை. ஆசிரியர் மிகவும் நுணுக்கமாய்ப் பாடத்தை விளக்கிச் சொல்லித்தரலாம். ஆனால் மாணவர் அதைக் கவனிக்காது எதையோ நினைத்துக் கொண்டிருக்கலாம். அல்லது லாந்தாவின் மாணவரைப் போல சிந்திக்க விரும்பாத சோம்பேறியாக இருக்கலாம். இரண்டில் எதுவாயினும் ஆசிரியரின் முயற்சிகள் எல்லாம் வீரயம்தான். திறம்பட உடனுக்குடன் விளைவறிவிக்கும் ஏற்பாடு இருக்குமாயின் இந்நிலைமையை அடியோடு மாற்றி விடலாம் அல்லவா?

இது போன்ற ஏற்பாடு சாத்தியம்தானா? பாட வகுப்பில்



ஆசிரியர் தரும் விளக்கங்களை ஒரு மாணவன் கவனமாய்க் கேட்டு கொண்டும், கேட்டதைப் புரிந்து கொண்டும் வருகிறுன் என்பதைத் தெரிந்து கொள்ளக் குறைந்தது 150 உறுதிப்பாடுகளைப் பெற்றுக வேண்டுமென்று கணக்கிடப்பட்டிருக்கிறது. வகுப்பில் இருபது அல்லது முப்பது மாணவர்கள் இருக்கிறுர்கள். இதிலிருந்து இன்னும் ஒரு படி மேலே சென்றுல், இந்தக் மேற்பார்வை வேலைகளை மின்னணு இயந்திரத்திடம் ஒப்படைக்கலாம் என்னும் கருத்தை வந்தடைகிறேம். ஒவ்வொரு மாணவரிடமிருந்தும் தகவல் அதனுள் செலுத்தப்பட்டு, மாணவர்களுடைய அறிவின் தரத்தை அது நிர்ணயித்து அவர்களுக்குப் புதிய பயிற்சிகளை அளிக்கும்படிச் செய்யலாம்.

மாணவர்கள் கேள்விகளுக்கு வாய்விட்டுப் பதில் சொல்ல வேண்டியிராத ஒரு வகுப்பைக் கற்பனை செய்து கொள்ளுங்கள். ஒவ்வொரு மாணவர் முன்னுலும் ஒரு முகப்புப்பலகை இருக்கிறது. திரையில் கேள்வி பளிச்சிட்டதும் மாணவர் தனது முகப்புப்பலகையில் தக்க ''விளைவினைப்'' பொத்தான்

ஒன்றை அழுத்த வேண்டும். பதில் தெரியாததாலோ, கவன மின்மையாலோ தாமதம் செய்கையில் மாணவருக்கு ''விளே விஃன மேற்பார்வைப்'' பொறி ''மைனஸ்'' மதிப்பெண் கொடுக்கிறது. இது போன்ற போதஃனத் துஃணச் சாதனம் மாணவரின் கவனத்தைப் பாடத்தில் ஊன்றியிருக்கும்படிச் செய்யும்; அந்தந்த மாணவரின் ஆற்றல்களேக் கணக்கில் எடுத்துக் கொண்டு அவரவருக்கும் ஏற்ற வேகத்தில் அவரவரும் செயல்பட வகை செய்யும். யாவற்றிலும் முக்கியமாய் மாணவர்கள் கற்றறியும் நிகழ்ச்சியில் அது பங்கு கொண்டு தவறிஃன உடனுக்குடன் குறியறிவிப்பு மூலம் தெரிவித்து, தவருன பழக்கங்களும் பிழையான தர்க்கவாத முடிவுகளும் உருவாவதைத் தடுக்கும்.

ஒரு வழியில் இந்தச் சாதனங்கள் ''நோய் நிர்ணய'' ஏற்பாடுகளாய்ச் செயல்படுகின்றன. நோய்களுக்குப் பதிலாய் சிந்தஃனச் செயல்முறைகளில் ஏற்படும் ''கோளாறுகளே'' அவை நிர்ணயித்து உணர்த்துகின்றன. மாணவரின் தவருன தர்க்கவாதச் செயல்கள் யாவற்றையும் மனப்பாடம் செய்து அவை அம்மாணவரின் சிந்தஃனச் செயல்முறைகள் குறித்து விவரமான விளக்கப் பதிவை ஆசிரியருக்கு அளிக்கின்றன.

இது போன்ற கச்சிதமான ஒரு மின்னணு ஏற்பாடு ஒரு முழு வகுப்பின் பாட போதஃன, கற்றறிதல் நிகழ்ச்சிப்போக்குகளே மேற்பார்வை செய்து போதஃனயின் திறஃன இதற்கேற்ப மேம்படுத்தும். இத்தகைய இயந்திரங்கள் இன்னும் பரீட்சார்த்த நிஃலயில்தான் உள்ளன. ஆளுல் இவற்றின் எளிய வகைகளான பரீட்சை, பயிற்சி இயந்திரங்கள் ஏற்கனவே உபயோகத்துக்கு வந்துவிட்டன.

லெவ் லாந்தாவின் போதஃன இயந்திரத்தை இலக்கணம் கற்று தருவதற்கும் பயன்படுத்திக் கொள்ளலாம். ஒரு வாக்

கியம் மாணவருக்காக எழுதப்படுகிறது, இயந்திரத்துக்காக அட்டையில் துளையிடப்படுகிறது. இந்த வாக்கியத்தை இயந்திரம் தனது தகவல் களஞ்சியத்திலுள்ள விவரங்களுடன் ஒப்பிட்டுப் பார்த்து அதனைப் பகுத்தாய்கிறது. மாணவர் இயந்திரத்தின் முகப்பிலுள்ள பொத்தான்களை அழுத்தித் தமது பதில்களை அதனுள் செலுத்துகிறார். சரியான பதில்களுக்கு இயந்திரம் பச்சை விளக்கையும், பிழையான பதில்களுக்குச் சிவப்பு விளக்கையும் பளிச்சிடச் செய்கிறது. எல்லாப் பதில்களையும் அது தொகுத்துச் சுருங்கக் காட்டி, மாணவரின் மதிப்பெண்ணையும் அச்சிட்டுத் தருகிறது.

மாஸ்கோ விசையாற்றல் கல்லூரியில் சைபர்னெத்தியத்தில் பரீட்சை நடத்தும் இயந்திரம் ஒன்றுள்ளது. தானியங்கி ஒழுங்கியக்கத் தத்துவம் குறித்து நூறு கேள்விகள் எழுதப் பெற்று குறிவடிவத்துக்கு மாற்றப்பட்டு இந்த இயந்திரத்தினுள் செலுத்தப்பட்டது. மாணவர் ஒரு பொத்தானை அழுத்தியதும், இயந்திரத்தால் குருட்டாம்போக்கில் எடுக்கப்பட்ட கேள்வி ஒன்று திரையிலே பளிச்சிடுகிறது. ''விளைவினைப்'' பொத்தான்களில் குருட்டாம்போக்கில் எதையும் அழுத்துவதன் மூலம் சரியான விடை அளித்துவிடும் சாத்தியப்பாடு அனேகமாய் இருக்க முடியாதபடி இக்கேள்விகள் புனையப்பட்டிருக்கின்றன. அந்தந்தக் கேள்வியும் எந்த அளவுக்குக் கடினமானது, அதற்குப் பதிலைச் சிந்தித்துக் கூற எவ்வளவு நேரமாகும் என்பதை இயந்திரத்தின் செயல்திட்டம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்கிறது. சரியான பதில்களும் தவறான பதில்களும் பதிவு செய்து கொள்ளப்படுகின்றன. தவறான பதில் பதிவாகும் பகுதி வேகமாய் நிரம்பிச் செல்லுமாயின் மாணவருக்குக் குறைந்த மதிப்பெண் கொடுத்துவிட்டு இயந்திரம் நின்றுவிடுகிறது.

வேறு வகையான போதனை இயந்திரங்களும் இருக்கின்றன. உதாரணமாய் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டில் பரீட்சை இயந்திரம் ஒன்று கேள்வியை அளித்து அதற்கு நான்கு அல்லது ஐந்து பதில்களையும் அளிக்கிறது. மாணவர் சரியான பதிலைக் குறிப்பிட வேண்டும். போதனை இயந்திரங்களின் பரிணாமம் எப்படி இருக்குமென்று இதற்குள் கூறுவதற்கில்லை. ஆனால் அவற்றின் பயன்பாடு குறித்து ஐயப்பாட்டிற்கு இடமில்லை. சோவியத் கூட்டரசிலும் பிற நாடுகளிலும் கல்வித் துறையினர் இவற்றுக்குப் பச்சை விளக்கு காட்டி விட்டனர்.

இவ்வியந்திரங்களை உருவாக்குவதில் கல்வி போதனை மட்டுமல்ல குறிக்கோள். ஒழுங்கியக்க விஞ்ஞானத்தின் கருத்துக்களையும் முறைகளையும் கல்வி போதனை முறையின் மேம்பாட்டுக்காகப் பயன்படுத்துவதும் குறிக்கோளாகும். சாராம்சத்தில் இது சிந்தனையின் செயல் முறைகளை மேம்படச் செய்வதையும், இன்னும் திறம்படச் செயற்பட்டு பயன் தரக்கூடிய தர்க்கவாதத்தை வளர்த்திடுவதையும்தான் குறிக்கிறது. தர்க்கவியலைப் புதுப்பிக்க வேண்டிய காலம் வந்துவிட்டது— ஆசிரியர்கள், பொறியாளர்கள், விஞ்ஞானிகள் ஆகிய எல்லோருமே இதனை ஒத்துக் கொள்கிறார்கள்.

நவீனகால அறிவு மாணவர்களுக்குள்ள சுமையை மேலும் மேலும் அதிகரிக்கச் செய்து வருவது குறித்துக் கல்வித் துறையினர் கவலை தெரிவிக்கின்றனர். விஞ்ஞானமெனும் மாகடலை கற்பவரின் மனம் எப்படிச் சமாளிக்கப் போகிறது என்பது அவசர அவசியப் பிரச்சினையாகும். பள்ளிக்கூடப் பாடத்திட்டங்களைத் திருத்துவது போன்ற நிர்வாக முறைகளுடன்கூட, குறைந்த நேரத்தில் மிகுதியான தகவலை மாணவர்கள் கிரகித்துக் கொள்ளும்படி செய்யும் பொருட்டு

போதனை முறைகளையும் கற்றறியும்முறைகளையும் மேம்படுத்துவதும் அவசியமென்பது வெளிப்படை. இதற்குச் சிந்தனையின் செயல்முறைகள் மேம்பாடடைவது இன்றியமையாதது.

மாணவர் மிகுதியான அளவு கற்றுப் பாண்டித்தியம் பெறுவதற்கு வகை செய்யும்படி அறிவைக் ''கட்டுக்கட்டாய்த் திரட்டுவது'' கவனிக்கப்பட வேண்டிய மற்றொரு பிரச்சினையாகும். இதற்கும் அறிவைப் பொதுமைப்படுத்துவதற்கும் சுருங்கத் திரட்டுவதற்குமான விதிகளை வகுத்திட ஒரு புதிய தர்க்கவாதம் உருவாக்கப்படுவது அவசியமாகிவிடுகிறது.

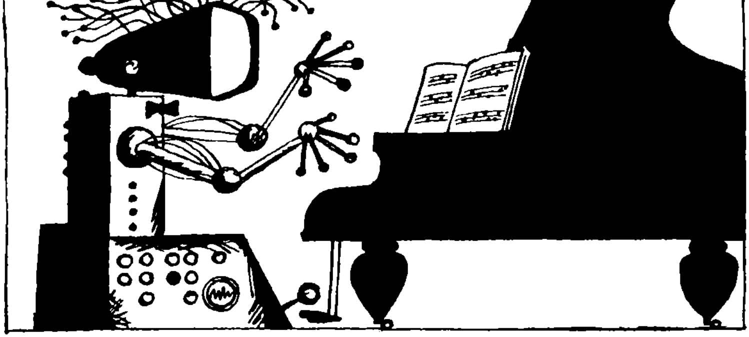
ஏற்கனவே தெரியவந்துள்ளவற்றைக் கற்றுத் தேர்வது மட்டுமல்ல இங்குள்ள பிரச்சினை. இதே அளவுக்கு முக்கியமானது, புதிய அறிவைப் பெறுவது. பழைய சிந்தனை முறைகள் இப்பணியை வெற்றிகரமாய்ச் செய்வதற்கில்லை. பிரிட்டிஷ் விஞ்ஞானி ஜார்ஜ் தாம்சன் **எதிர்பார்க்கக்கூடிய எதிர்காலம்** என்ற தமது புத்தகத்தில் எழுதியது போல ''பதினேழாம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பப் பகுதி எப்படி கலிலேயோ [Galileo], கெப்லர் [Kepler], கில்பர்ட் [Gilbert] இவர்கள் மூலமாய் மனிதனுக்குப் பௌதிக விஞ்ஞானத்தின் தொடக்கமாய் அமைந்ததோ, அதே போல நாம் வாழும் இச்சகாப்தம் சிந்தனை பற்றிய அறிவின் தொடக்கமாய்த் திகழும்.''

சிந்தனை முறைகளை மேம்படுத்தாமல் முன்னேற்றம் சாத்தியமல்ல என்பது இவ்வாறு நன்கு விளங்குகிறது. ஆனால் சிந்தனை முறைகள் மேம்படுவதன் விளைவாய் ''சிந்திக்கும்'' இயந்திரங்களால் எந்நாளும் மனிதனை எட்டிப்பிடிக்க முடியாது. அவை மனிதனின் பழைய சிந்தனைக்குரிய செயல்முறைகளைக் கற்றுத் தேர்வதற்குள் மனிதனின் அச்சிந்தனை மேலும் தொடர்ந்து நெடுந்தூரம் முன்னேறிச் சென்றுவிடும்.

இயந்திரத்தின் கண்ணேட்டத்தில்

''கூர்மதி'' படைத்த ''சிந்திக்கும்'' இயந்திரங்கள் என்னும் கருத்து உலகெங்கும் மிகப் பலரின் சிந்தையைக் கவர்ந்துள்ளது என்பதில் ஐயமில்லை. மாஸ்கோவில் புகழ்பெற்ற பாலே நாட்டிய மணிகளுடைய நாட்டிய நிகழ்ச்சிகளில் கூடுவதைக் காட்டிலும் அதிகமானேர் அலெக்சாந்தர் கொல்மகோரவ், நார்பர்ட் வினெர் போன்ற சைபர்னெத்திய முன்ஞேடிகளின் உரைகளைக் கேட்கத் திரண்டுவிடுகிருர்கள். சைபர்னெத்திய அமைப்புகள் குறித்து மக்கள் மேலும் கேட்டுத் தெரிந்து கொள்ள விரும்புகிருர்கள். மனிதச் செயற்பாட்டில் இன்னும் எந்தப் புதிய துறைகள் தானியங்கிப் பொறிகளுக்குரியனவாகியுள்ளன என்று அறிய விரும்புகிருர்கள். இவை எல்லாம் இன்னும் எவ்வளவு தூரம் போக முடியுமென்ற கேள்வி தவிர்க்க முடியாதபடி எழுகிறது. இயந்திரங்களும் மனிதர்களைப்போல ''சிந்திக்க'' முடியும்படியான காலம் மெய்யாகவே வரப்போகிறதா?

சாதாரண மனிதர்கள் கேட்கும் கேள்விகளிலிருந்தே சைபர்னெத்தியம் கண்டிருக்கும் முன்னேற்றத்தை விவரித்து விடலாம் போலிருக்கிறது. ''சிந்திக்கும் இயந்திரம்'' என்னும் தொடரே அபாண்டத்தைக் குறிப்பதாய்க் கருதப்பட்ட காலமும் ஒன்று இருந்தது. ஆனுல் படிப்படியாக இயந்திரங்கள் மிகப் பல பணிகளைப் புரியக் கற்றுக் கொண்டன. கணிப்பியந்திரங்கள் தொழில் துறை ஒழுங்கியக்கியோராகவும் மேற்பார்வையாளர்களாகவும் வளர்ச்சி பெற்றன. மின்னணுயில்வண்டி இணைப்பாளர்களும் கணக்கர்களும் ரொட்டித் தயாரிப்பாளர்களும் உருக்கு உற்பத்தியாளர்களும் மருந்துக் கலவையாளர்களும் தோன்றக் கண்டோம். இவற்றைத்



தொடர்ந்து மொழிபெயர்ப்பு இயந்திரங்களும் சுருக்க உரை தயாரிப்பு இயந்திரங்களும் படிக்கும், பேசும் இயந்திரங்களும் வரலாயின. இசையும் கவிதையும் எழுதவல்ல இயந்திரம் ஒன்றையும் சிலர் உருவாக்கினர். இவற்றின் விளைவு என்னவெனில் சாதாரண மக்களும் விஞ்ஞான ஆர்வங் கொண்டோரும் எதிர்கோடி நிலைக்குச் சென்றுவிட்டனர். விதிவிலக்கின்றி மனிதச் செயற்பாட்டின் எல்லாத் துறைகளிலுமே இயந்திரங்களை ஈடுபட வைத்துவிடலாமென்று பலரும் நினைக்கலாயினர்.

நார்பர்ட் வினெரின் கருத்துப்படி, கற்றறியும் இயந்திரங்கள் சுயமாகத் தமக்கென ஒரு வாழ்வை வகுத்துக் கொள்ளும் அபாயமும், அவற்றின் ''கருத்துக்களையும்'', ''முடிவுகளையும்'' நாம் மேலும் மேலும் சார்ந்திருக்கையில் நம்மையே அழித்துவிடக் கூடிய பாதைகளிலே அவை நம்மை இழுத்துச் செல்லும் அபாயமும் ஏற்படும். குரங்குக் கையைப் பற்றிய டபிள்யூ. டபிள்யூ. ஜாக்கப்ஸின் பயங்கரக் கதையின் நீதியை வினெர் குறிப்பிடுகிறார். உலர்ந்து வத்தலாகிவிட்ட அந்தக் கை நாம் கேட்கும் மூன்று வரங்களைத் தரவல்லது. ஆனால்

அதனை உபயோகித்து வரம் கேட்போருக்குப் பெரு விபத்துதான் காத்திருக்கிறது. இது குறித்து எச்சரிக்கப்பட்டுங்கூட அதன் உடைமையாளர் 200 பவுன் கொடுக்கும்படி அதனிடம் வரம் கேட்கிறார். சீக்கிரத்தில் கதவு தட்டப்படுகிறது, கையின் உடைமையாளரிடம் 200 பவுனைக் கொடுத்து, அவருடைய மகன் ஆலையில் விபத்தில் சிக்கிச் சிறிது நேரத்துக்கு முன்பு இறந்து போன செய்தியைக் கூறி, இத்தொகை அதற்குரிய நஷ்ட ஈடாகுமென்று சொல்கின்றனர். கொடுஞ்சோகத்தில் ஆழ்ந்த தந்தை இரண்டாவது வரம் கேட்கத் தனக்குள்ள உரிமையைப் பயன்படுத்தி, மகன் திரும்பி வர வேண்டுமென்று கேட்கிறார். பயங்கர உருவம் ஒன்று அவர் எதிரே வந்து நிற்கிறது—மகனின் பேய் உருவம் அது. இந்தப் பேய் உருவம் மாண்டோர் உலகுக்கே திரும்ப வேண்டுமென்பதுதான் தந்தை கேட்ட கடைசி வரம்.

சைபர்னெத்தியத்தின் எதிர்காலங் குறித்து வினெர் தீட்டிய சித்திரம் அளவுமீறி துன்பியல் நாட்டமுடையது.

சைபர்னெத்தியத்தின் முன்னேற்றத்தைத் தொடர்ந்து, அது சம்பந்தமான பல்வேறு பிரச்சினைகளும் மேலும் மேலும் தெளிவடைந்திருக்கின்றன. இயந்திரங்களுடைய வியத்தகு ஆற்றல்களுக்கு விஞ்ஞான விளக்கம் காணப்பட்டிருக்கிறது. இதனால் இப்பிரச்சினையின் தன்மையே மாறிவிட்டது. இயந்திரங்களுடைய ஆற்றல்களின் வரம்புகள் குறித்து இன்று கற்பனைவாதத்தை விடுத்து முற்றிலும் நடைமுறை உண்மையின் நிலையிலிருந்து விவாதிக்கிறார்கள்.

ஆயினும் இப்பொழுதும் இயல்பாகவே கருத்து வேறுபாடுகள் இருக்கவே செய்கின்றன. இயந்திரங்கள் அவற்றின் சிருஷ்டியாளர்களைக் காட்டிலும் ''சாமர்த்தியம்'' பெற்றுவிடுமென்று சில சைபர்னெத்தியர்கள் நினைக்கிறார்கள்.

ஒரு கருத்தோட்டத்தின்படி, அவசியமல்லாத ஏராள மான விவரங்களிலிருந்து அவசியமான சாரப்பொருளை வடித் தெடுப்பதில் சாதாரண மனிதரைவிட அதிகத் திறம் படைத் தவரே மேதை எனப்படுபவர். இது போன்ற தேர்வாய்வை மனிதனைக் காட்டிலும் கணிப்பியந்திரங்கள் வேகமாய்ச் செய்ய வல்லவை. ஆகவே அருந்திறனுள்ள இயந்திர அமைப் பாளரால் தன்னைக் காட்டிலும் மிகவும் திறன் படைத்த ஓர் இயந்திரத்தை உருவாக்க முடியும். ஆனால் பல செயல் துறை களில் இயந்திரங்களால் மனிதனுக்குப் பதிலாய்ச் செயல் படவும், மனிதனை மிஞ்சிவிடவுங்கூட முடிகிறது என்பதால், மனிதனைக் காட்டிலும் அவற்றால் நூறாயிரம் மடங்கு வேக மாய் எண்ணிக் கணக்கிட முடிகிறது என்பதால், எல்லாத் துறைகளிலும் அவற்றால் முற்றிலும் மனிதனை அகற்றிவிட்டு அவனுக்குப் பதிலாய்ச் செயல்பட முடியுமென்று அர்த்தமல்ல.

புதிர்விடுவிக்கும் விளையாட்டில் மனிதனுக்குப் பதிலாய் அமர்ந்து புதிர்களை விடுவிக்கவல்ல ஓர் இயந்திரத்தை ''சிந் தனைத் திறனுள்ளதாய்'' கருதலாம் என்றும், மற்றும் இது போன்ற ஓர் இயந்திரத்தை உணர்வு படைத்ததாய்ச் சொல் லலாம் என்றும் ஒரு கருத்துத் தெரிவிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

''இயந்திரத்தால் சிந்தனை செய்ய முடியுமா'' என்னும் கேள்வி இவ்விதம் ''இயந்திரம் உணர்வு படைத்ததாய் இருக்க முடியுமா'' என்னும் கேள்வியாய் மாறியுள்ளது. ''சிந்தனையிலிருந்து'' ''உணர்வுக்கு'' நெடுந்தொலைவு இருக் கிறது. சில பிராணிகளிடம் சிந்தனையின் வித்துக்களைக் காண் கிறோம், ஆனால் எந்தப் பிராணியும் உணர்வுபூர்வமாய்ச் செயல் புரியும் ஆற்றலுடையதாய் இல்லை. உணர்வுபூர்வமான செயலுக்குச் சுற்றுச்சார்பு பற்றிய செயலற்ற புலனறிவு மட்டும் போதாது, பொருள்கள் குறித்தும் நிகழ்ச்சிகள்

குறித்தும் திட்டவட்டமான மனப்போக்கு வளர்ந்திருப்பது அவசியமாகும்.

விசாலமான இந்தச் சூழமைவில்தான் நாம் ''சிந்தனைத் திறனுள்ள'' இயந்திரங்கள் பற்றிய கடினமான பிரச்சினையைப் பரிசீலிக்க வேண்டும். ஒரு பிரச்சினை குறித்து இயந்திரத்தால் ஓர் அபிப்பிராயம் கொள்ள முடியுமாயின், அது சுயமாய்ச் சிந்திக்கிறது என்று கருதலாம். அதற்கு இந்தத் ''தன்னக'' இயல்பு இல்லையேல், அது சிந்தனையற்ற, அல்லது ''கல்நெஞ்சம் படைத்த'' தானியங்கிப் பொறியாகவேதான் இருந்து கொண்டிருக்கும். இயந்திரத்தின் ''உணர்வு'' என்பதாய் நாம் இப்பிரச்சினையை அணுக முற்பட்டதும், உளவியல் அரங்கினுள் பிரவேசித்துவிடுகிறோம். பொதுவாகப் பார்க்குமிடத்து அலெக்சாந்தர் கொல்மகோரவ் அவருடைய பல ஆய்வுரைகளில் இதைப் பற்றித்தான் விவாதிக்கிறார். உளவியல் பண்புகள் பெற்ற செயற்கை உயிரமைப்பை நம்மால் கட்டியமைக்க முடியுமா?—ஐயப்பாட்டிற்கு இடமில்லாத தெளிவான முறையில் அவர் பிரச்சினையை எடுத்துரைத்தார்.

இது சாத்தியம்தானா என்று பார்ப்போம். முதலாவதாக, உளவியல் பண்புகள் என்பவை யாவை? சுருங்கக் கூறின், மனித மனவெழுச்சிகள், மனநிலைகள் ஆகிய அனைத்தும் அடங்கியவையே இவை. தாமாகவே தன்முனைப்புடன் இவை தோன்றுவதில்லை, நம்மைச் சுற்றிலும் நடைபெறும் செயல்கள், நிகழ்ச்சிகளுக்கு விளைவினையாகவே இவை தோன்றுகின்றன. நமது உள்ளமானது சுற்றுலகை உணர்வதற்குரிய ஒரு வகைக் கருவியாகும். எந்த நிகழ்ச்சியையும் நாம் உய்த்தறிதல் [cognition] சாராம்சத்தில் இரு கட்டங்களில் நடந்தேறுகிறது. முதலில் நமது புலனுறுப்புக்களால் சுற்றுச்சார்

யைப் புலனறிகின்றோம். கட்புலன், செவிப்புலன், ஏனைய எல்லாப் புலன்களது தூண்டல்கள் பற்றிய தகவல் மூளையை வந்தடைகிறது. இது பதனம் செய்யப்பட்டு, பொருள்களின் துவக்கநிலை மனப்பதிவுகள்—தனிப்பட்ட இயல்புகளின் புலனறி பிம்பங்கள்—மூளையில் தோன்றுகின்றன.

நரம்புத் தூண்டல்களை மூளை புலனறிவதன் விளைவே புலனுணர்வு. இது உளவியல் செயற்பாட்டின் முதற் கட்டமாகும்.

தனிப்பட்ட புலன் பதிவுகளை மூளையானது பொருளின் ஒட்டுமொத்த பிம்பமாய் இணைத்துக் கொள்கிறது. பொருளானது புலனுறுப்புக்களின் மேல் செயல்படும் தருணத்தில் மூளையில் இந்தப் பிம்பம் உண்டாகிறது.

பொருள்களும் நிகழ்வுகளும் நமது கண் முன்னே இல்லாத போதுங்கூட அவற்றின் பிம்பங்களை மனத்துள் உருவாக்கிக் கொள்ள மூளை படிப்படியாகக் கற்றுக் கொண்டுவிடுகிறது. இவ்வகையான செயற்பாட்டுக்கு இம்மியளவேனும் ஒத்த செய்கைகளுங்கூட சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுக்கு அப்பாற்பட்டவையாகும். புலனறியும் திறன் எந்த இயந்திரத்திடமும் சிறிதும் இல்லை. கண்களிலிருந்தும் காதுகளிலிருந்தும் ஏனைய புலனுறுப்புக்களிலிருந்தும் உள்வரும் நரம்புத் தூண்டல்களால் தூண்டப்பெறும் புறணியின் கட்புலன், செவிப்புலன், இன்னபிற பிரிவுகளில் நடைபெறும் உடலியல் செயல்முறைகளை ஒத்தவற்றை நடைபெறச் செய்யும் திறன் இயந்திரங்களிடம் இல்லை. மேற்கூறிய உளவியல் கூறுகளைப் பொறுத்தவரை (விஞ்ஞானிகளுக்குங்கூட இன்னும் இவை தெளிவாய் விளங்குவதாயில்லை) இவை மிகச் சிறந்த இயந்திரத்தின் திறனுக்கும் அப்பாற்பட்டவை.

நமது புலன் பதிவுகள் மூளையினுள் தர்க்கவாத வழியில்

பதனம் செய்யப்பட்டு, இதன் விளைவாய் நம்மைச் சுற்றிலும் நடைபெறுபவை குறித்து மேலும் ஆழமான அறிவு நமக்குக் கிடைக்கிறது. இது உய்த்தறிதலின் இரண்டாவது, அதாவது தர்க்கவாதக் கட்டமாகும்; சிந்தனை என்பது இங்கிருந்தே தொடங்குவதாய்ச் சொல்லலாம்.

இதன் விளைவாய்ப் பொருள்கள், நிகழ்ச்சிகளின் அகப் பண்புகளை நாம் தெரிந்து கொள்ள முடிகிறது. கண்களால் காண்பதன் மூலம் அல்லது விரல்களால் தடவிப் பார்ப்பதன் மூலம் மட்டும் தெரிந்து கொள்ள முடியாதவை எல்லாம் இப்பொழுது புலப்படுகின்றன. (வாழைப்பழத்தைப் பற்றிய நமது அறிவையும் அணுக் கருவைப் பற்றிய நமது அறிவையும் ஒத்திட்டுப் பாருங்கள்.) இந்த இரண்டாவது கட்டத்தின் விளைவாகவே நாம் பல்வேறு நிகழ்வுகளையும் பற்றிய விதிகளை உணர்ந்து கொள்கிறோம்; புற உலகைப் பற்றிய பொதுமைப் படுத்தப்பட்ட, கருத்தியல்பான எண்ணங்களை உருவாக்கிக் கொள்கிறோம்.

மொழியும் அதன் சொற்களும் வாக்கியங்களும் நமது சிந்தனைகளுக்கு உருவமளிக்கும் சாதனங்களாகும் என்பது உங்களுக்குத் தெரிந்ததே. இத்துறையில் எல்லா வகையான ''பேசும்'', ''கேட்கும்'', ''படிக்கும்'', ''எழுதும்'' இயந்திரங்கள் யாவும் அவற்றின் ஒன்றுவிட்ட சோதரர்களான கணிப்பியந்திரங்களைக் காட்டிலும் அதிக அளவுக்கு எவ்வழியிலும் சிந்திக்கும் மூளைக்கு ஒப்பானவையாவதில்லை. சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுக்குப் பேசுந் திறன் கிடையாது. பேச்சின் மேம்போக்கான வெளிப்பாடுகளைச் செய்து காட்டுவதற்கு மேல்—ஒலிகளை உச்சரிப்பதற்குமேல், அல்லது எழுதும் இயந்திரமாய் இருப்பின் எழுத்து வரிவடிவங்களை வரைவதற்குமேல்—அவற்றால் செய்ய முடிவதில்லை.

படிக்கும் இயந்திரங்களுங்கூட இப்படித்தானு என்று நீங்கள் கேட்கலாம். மூளை படிப்பது போல அவை படிப்பதில்லை. படிப்பதெனும் செயல் மூளையினுள் எப்படி நடந்தேறுகிறதென்பதை அறியாத விஞ்ஞானிகள் அனுபவத்தின் வாயிலாய்ப் படிக்கக் கற்றுக் கொள்ளும் இயந்திரத்தை அமைத்து இச்சிக்கலிலிருந்து வெளிவர முயன்றது உங்களுக்கு நினைவிருக்கும். ஆனால் உண்மையில் அவர்கள் சாதித்ததெல்லாம் திரும்பத் திரும்பச் செய்வதன் மூலம் ஒரு பழக்கத்தை உருவாக்கிக் கொள்வதே அன்றி, எழுத்துக்களை அடையாளங் கண்டு படிப்பதல்ல. அதாவது அவர்கள் கற்றறிதலின் சூட்சுமங்களில் ஒன்றை அப்படியே காப்பியடித்தனர். நெறியாக்க மறிவினையின் சூட்சுமங்களை மாதிரியாகக் கொண்டு அமைக்கப்பட்ட கற்றறியும் ஏனைய எல்லா இயந்திரங்களும் உயர் நரம்பு மண்டலத்தினுடைய செயல்களில் மிக எளியவற்றை மட்டும் செய்வதாய் அமைந்துள்ளன. இச்செயல்கள் மனிதனிடத்தும் முதுகெலும்புள்ள பிராணிகளிடத்தும் நன்கு வளர்ச்சி பெற்றிருப்பதால் இந்த இயந்திரங்கள் ''முதுகெலும்பு'' அமைப்புகள் என்பதாய்க் குறிக்கப்படுகின்றன.

நெகிழ்வுள்ள தர்க்கவாதத் திட்டத்தின் பிரகாரம் செயல்படவல்ல இயந்திரங்களும் இருக்கின்றன. இயந்திரச் செயற்பாட்டு முறைக்கும் மனிதச் செயற்பாட்டு முறைக்கும் இடையிலுள்ள தடைச்சுவரைத் தாண்டும் முயற்சியில் இவை முதலாவது உடைப்புகளைக் குறிக்கின்றன. வருங்காலத்தில் இத்தகைய உடைப்புகள் மேலும் மேலும் அதிகமாய் ஏற்படும் என்பதில் ஐயமில்லை. சிந்தனையினுடைய செயல்முறைகளின் ஏனைய பல கூறுகளையும் புரிந்து கொண்டுவிடுவோம், கூரறிவின் சூட்சுமத்தினுடைய மற்றும் பல மர்மங்களைத் தெரிந்து கொண்டுவிடுவோம் என்பதே இதன் பொருள்.

நாம் புரிந்து கொள்பவை யாவற்றையும் ஓர் இயந்திரத்தால் பின்பற்றப்படக் கூடிய பிரத்தியேகத் திட்டங்கள், விதிகளின் வடிவில் விவரிக்க முடியும்.

மூளையானது மிகச் சிறந்த இயந்திரத்தையும்விட இவ்வளவு சிறப்புமிக்கதாய் இருக்குமாயின், அதற்கு நயமில்லா இயந்திர ஒப்புமைகளை அமைத்துப் பயனில்லையே என்பதாய் நினைக்கத் தோன்றலாம். ஆனால் நமது மூளை குறையற்ற உயர்சிறப்புடையதேனும் ஒப்பளவில் மெதுவாகவே வேலை செய்வதாகும் என்பதை மறக்கலாகாது. ஒரே வகையான வேலையை ஒரு சாதாரண மின்னணுக் குழாய் ஒரு மூளை உயிரணுவைக்காட்டிலும் லட்சம்மடங்கு வேகமாய்ச் செய்யக் கூடியது. மேலும் நரம்பு மண்டலமானது மிகவும் சிக்கலான வேலைகளை, ஓர் இயந்திரமாய்க் கொண்டு பார்க்கையில் ஓரளவு குறைவான துல்லியத்துடன்தான் செய்கிறது. நமது மூளை களைப்புற்றுவிடுகிறது; அடிக்கடி அதன் கவனம் குலைக்கப்படுகிறது. எனவேதான் இந்தக் குறைபாடுகள் இல்லாத ''துணை உறுப்புக்களை'' மூளைக்கு அமைத்திடுவது மிகவும் பயனுடையதாகும். இவை பூரணத் துல்லியத்துடன் கருராகவும் மின்னல் வேகத்திலும் வேலை செய்கின்றன, களைப்புறுவதே இல்லை. மனிதன் தனது ஆற்றல்களை மேம்பாடு செய்து கொள்வதற்காகத் தொன்னெடுங்காலமாய்க் கண்டுபிடித்திருக்கும் கருவி வகைகளைத்தான் இவ்வாறு மின்னணு இயந்திரங்களும் சேர்ந்தனவாகும். நுண்பெருக்கியும் தொலைநோக்கியும் கண்களின் ''துணை உறுப்புக்களாகவும்'', மோட்டார் கார் கால்களின் ''துணை உறுப்பாகவும்'' அமைவது போலவே, இந்த மின்னணு இயந்திரங்களும் மூளையின் ''துணை உறுப்புக்களாய்'' அமைகின்றன. சைபர்னெத்திய அமைப்புகள் பல வழிகளில் ஏற்கனவே மூளையை மிஞ்சிவிட்டன.

அளவுகடந்த தகவலை அவை சேமித்து வைக்கவல்லவை. புத்தக விவரண இயந்திரத்தை மனித நினைவாற்றின் ''துணை உறுப்பாய்'' கருதலாம்.

கணக்கிடுவதில் மூளைக்குள்ள திறனைக் கணிப்பியந்திரங்கள் பிரமாதமாய் அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. நாளைக்கு வானிலை எப்படியிருக்குமென்று முன்கூட்டியே நிர்ணயித்துக் கூறுவதற்கு வேண்டிய மிக நீண்ட ஏராளமான சமன்பாடுகளுக்கு இவை இரண்டே மணி நேரத்தில் தீர்வு கண்டுவிடுகின்றன. வானிலை ஊழியர்கள் ஐந்து பேர் இச்சமன்பாடுகளை விடுவிப்பதெனில், பதினைந்து நாட்களாகும். வினாடிக்கு 20 லட்சம் கூட்டல்கள் போடக்கூடிய அதிவேகக் கணிப்பியந்திரங்கள் தயாரிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இது போல இருமடங்கு ஆற்றலுள்ள இயந்திரங்களை அமைத்திடுவதும் சாத்தியமே.

இறுதியாக, பல அளவுகளிலிருந்து மிகச் சிறந்ததைத் தெரிந்தெடுக்கக்கூடிய, செயல்திட்டமிட்டுத் தரப்பட்ட விதிகளின் பிரகாரம் சொற்களையும் ஒலிகளையும் தெரிந்தெடுக்கக்கூடிய ஒழுங்கியக்கி, மொழிபெயர்ப்பு, ஆட்டமாடும் இயந்திரங்களும், ''கூர்மதியுள்ள'' இவையொத்த ஏனைய இயந்திரங்களும் மூளையின் தர்க்கவாத ஆற்றல்களை உயர்த்துகின்றன.

மனச் செயற்பாட்டின் வெவ்வேறு கூறுகளையும் மின்னணு இயந்திரங்கள் மேம்படுத்துவதைக் காண்கிறோம். தர்க்கவாத வழியில் இயங்கும் இயந்திரங்கள் ஏற்கனவே ''கற்றறியவும்'', ''பரீட்சைகள் கொடுக்கவும்'', தமது ''ஆக்க'' ஆற்றல்களை வளர்த்துக் கொள்ளவும் திறனுடையனவாகிவிட்டதைக் கொண்டு பார்க்கையில், இவ்வியந்திரங்களுடைய எதிர்காலம் மெய்யாகவே நமது கற்பனையை அள்ளுவதாயுள்ளன. நாளாவட்டத்தில் இவை மேலும் மேலும்

சிக்கல் வாய்ந்த தர்க்கவாதச் செய்முறைகளைச் செய்யும். இயந்திரங்களுக்குப் ''போதனை செய்யும்'' பணிகளைச் செய்து வரும் பொறியாளர்களுக்குப் பதிலாய்ப் பிற இயந்திரங்களே இப்பணிகளைச் செய்ய முற்படுமென்று கூறப்படுகிறது. இது போன்ற ஓர் இயந்திரம், உதாரணமாய், தக்க தருணத்தில் ஒரு பொத்தானை அழுத்தி மணியோசையை ஒலித்தோ, விளக்கைப் பளிச்சிட்டோ தன் பக்கத்திலுள்ள மற்றொரு மின்னணு இயந்திரத்தில் நெறியாக்க மறிவினையை உண்டாக்க முடியும். மனச் செயற்பாட்டின் பல்வேறு துறைகளிலும் இயந்திரங்கள் உபயோகத்துக்கு வந்துவிடும். கூடுமான வரை தர்க்கவாத விதிகளை மிகவும் ஒட்டி நடைபெற வேண்டிய விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் சில பணிகளை இவ்வியந்திரங்கள் செய்ய முற்படலாம். தர்க்கவியல் விதிகளுக்கு அப்பாற்பட்ட சிந்தனைச் செயற்பாடுகளிலுங்கூட இவை உபயோகிக்கப்படக் கூடும். உதாரணமாய், ஒரு கருத்து தர்க்கவாத வழியில் முடிவாக வரையறுக்கப்படுவதற்கு உடனடியாக முந்தியச் செய்முறைகளுக்கு, அதாவது ஆக்க ஆராய்ச்சியின் ஆரம்பக் கட்டங்களுக்கு இவை உபயோகிக்கப்படலாம்.

சைபர்னெத்திய அமைப்புகளுடைய பயன்பாட்டுக்குரிய வரம்புகளை நிர்ணயிக்க முற்படுவது சாத்தியமுமல்ல, தேவையுமல்ல. ஆக்கப் பணிகளுக்கான சூட்சுமங்களை நாம் புரிந்து கொண்டதும் இப்பணிகளையும் இயந்திரங்களைக் கொண்டே நடைபெறச் செய்வது சாத்தியமே என்பதை இங்கு முக்கியமாய்க் குறிப்பிட வேண்டும். கற்பனு சக்தி என்பதன் உள்ளடக்கம் என்ன என்பதை நாம் புரிந்து கொண்டதும், மூளையின் இந்தச் செயல்முறையினை நம்மால் இயந்திரத்தினுள் வைத்தமைத்து இயந்திரத்தாலேயே அது நடைபெறச் செய்துவிட முடியும்.

ஆகவே தவிர்க்க முடியாதபடி இங்கு ஒரு கேள்வி எழுகிறது: இயந்திரங்களை இப்படி நாம் தொடர்ந்து மேலும் மேலும் மேன்மையுறச் செய்தோமாயின், அவை மனிதனது மூளையைப் போல அதே அளவு செம்மை பெற்று, தாமே சுயமாகவே சிந்திக்கத் தொடங்கக் கூடுமல்லவா?

இந்த இயந்திரங்கள் இன்றிருப்பது போல பூதாகாரமாய் இருக்க வேண்டியதில்லை என்பதையும் இச்சந்தர்ப்பத்தில் கூறலாம். அரைக்கடத்திகளாலான சின்னஞ்சிறு உறுப்புக்கள் ஏற்கனவே மின்னணுக் குழாய்களுக்குப் பதிலாய்ப் பயன்படுத்தப்பட்டு வருகின்றன. படிகங்கள் வளர்த்திடப் படுவது போலவே கரைசல்களிலிருந்து இயந்திர உறுப்புக்களையும் ''வளர்த்திடுவதற்கான'' வாய்ப்புக்கள் குறித்து விவாதிக்கப்படுகிறது. பௌதிக இயல்புகளில் நரம்பணுக்களுக்கு ஒப்புமையுடைய அரிய புதிய பொறிகள் குறித்து அண்மைக் காலத்திய ஆய்வுரைகளில் கூறப்படுகிறது. உயிர்ப் பொருளில் நடைபெறுவது போலவே இவற்றில் மின்னணுக்களுக்குப் பதிலாய் அயனிகள் [ions] சுற்றியோடுகின்றன.

கரிமமற்ற பொருள்களிலிருந்து செயற்கை வழியில் தயாரிக்கப்பட்ட உயிரணுக்களை நிரப்பி சைபர்னெத்திய அமைப்புகள் வருங்காலத்தில் நிறுவப்பட்டாலும் படலாம். அதற்குள் மூளையின் செயல்முறைகளை நாம் தெரிந்து கொண்டு, இவற்றுக்கேற்ப இந்த உயிரணுக்களை ஒழுங்கமைத்தோமாயின், மனிதனால் தயாரிக்கப்பட்டு மனித மூளையின் எல்லா செயற்கூறுகளையும் அப்படியே தானும் செய்திடும் ஒரு பொறியை அமைத்துவிட்டோம் என்று பொருள்? ஆம், ஆனால் இனி அது இயந்திர அமைப்பாய் இருக்காது, மனிதனால் செய்யப்பட்ட செயற்கை மூளையாகவே இருக்கும்.

ஆனால் இயற்கையின் அடிச்சுவட்டைக் கண்ணை மூடிக் கொண்டு நாம் ஏன் பின்பற்ற வேண்டும்? மனித உடலில் இருப்பதைக் காட்டிலும் சிறப்பான நரம்பணுச் சுற்றமைவுகள் குறித்து ஏற்கனவே விவாதிக்கப்படுகின்றன. எதிர் காலத்தில் இவை மூளையைக் காட்டிலும் மேம்பாடான மாற்றமைவுகளைத் தோற்றுவிக்கக் கூடும். உங்களையும் என்னையும் படைத்ததில் இயற்கை செய்த பணி மோசமானதல்ல என்ற போதிலும், இன்னும் சிறப்புடையது எதுவும் இருக்க முடியாதெனக் கூறுவது சரியல்லவே.

மூளையின் இயந்திரப் பிரதிகளைப் பொறுத்தவரை, எவ்வளவுதான் அவை உயிருள்ள மூளையைப் போன்றவையாய் இருப்பினும், ஒருபோதும் அவற்றால் சுயமாகச் சிந்திக்க முடியப் போவதில்லை. மூளைக்கும் மின்னணு இயந்திரத்துக்கும் இடையில் இருப்பதைக் காட்டிலும் உண்மையில் மனித மூளைக்கும் மனிதக் குரங்கு மூளைக்கும் ஒற்றுமை அதிகம் இருக்கிறது. ஆயினும் குரங்குக்குச் சிந்தனை ஆற்றல் இல்லை.

இயந்திரங்கள் என்றென்றும் ''படித்த முட்டாள்களாகவே'' இருக்கும்; ஏனெனில் எந்நாளும் அவற்றால் சுயமாகச் சிந்திக்கவோ, புலனறியவோ முடியப் போவதில்லை; எந்நாளும் அவற்றுக்கு ஒரு சொந்தக் கண்ணோட்டம் இருக்கப் போவதில்லை. இயந்திரம் சமுதாயத்தில் வாழ்வதாகவும் சமுதாயத்தால் உண்டாக்கப்பட்டதாகவும் இருந்தால்தான் இது சாத்தியம். சமுதாயத்திலிருந்து தனிமைப்படுத்தப்பட்ட மனிதன் சிந்திக்கும் ஆற்றல் இல்லாதவனாகிவிடுவான். பிராணிகளால் வளர்க்கப்பட்ட மவுக்லிக்கும், காவியத்துக்கும் உண்மை வாழ்க்கைக்குமுரிய ஏனைய குழந்தைகளுக்கும் இதே கதிதான் ஏற்பட்டது.

''இயந்திரத்துக்குப் புனைவாளர் செயல்திட்டம் வகுத்து அமைத்திடாத பணிகளை வகுத்தமைத்துக் கொள்ளும் ஆற்றல் எந்த இயந்திரத்துக்கும் கிடையாது'' என்று செக்கோஸ்லோவாக்கியத் தத்துவவியல் கழகத்தின் டைரக்டர் டாக்டர் இ. கோல்மன் சைபர்னெத்தியம் குறித்து அலெக்சாந்தர் கொல்மகோரவுடன் விவாதிக்கையில் கூறுகிறார். ''சுயமாகவே செயல்திட்டங்களை வகுத்து உருவாக்கிக் கொள்ளக் கூடிய இயந்திரங்கள், சுய செயல்திட்டமிடும் பணி எந்த அளவுக்கு அவற்றுக்காக செயல்திட்டமிடப்பட்டு அவற்றுள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றதோ, அந்த அளவுக்குத்தான் இதைச் செய்து கொள்ள முடியும்.''

சைபர்னெத்தியமானது இயக்கவியலின் [dialectics] பொருள்முதல்வாத அடிப்படைகளுடன் முரண்படவில்லை என்பதைக் காண்கிறோம். இதற்கு மாறாக, மனிதனால் படைப்பிக்கப்பட்டு மனத்தின் பல்வேறு வகையான பணிகளையும் செய்யவல்ல இயந்திரங்களுடைய சாதனைகள், மனிதன் தனது அரும்பெரும் ஆற்றல்களைக் கடவுளிடமிருந்தே பெற்றான் என்னும் கருத்தின் ஆணி வேரையே தகர்த்திடுகிறது.

கலைச்சொற்களும் பெயர்களும்

(அகரவரிசை அட்டவணை)

வாசக நேயர்களுக்கு

இந்தப் புத்தகத்தையும் இதன் தயாரிப்பையும் பற்றிய தங்கள் கருத்தையும், அடுத்துவரும் வெளியீடுகள் சம்பந்தமாய்த் தங்கள் யோசனைகளையும் முன்னேற்றப் பதிப்பகம் மகிழ்வுடன் வரவேற்கும்.

கடிதங்களைத் தயை செய்து "Progress Publishers, 21, Zubovsky Boulevard, Moscow, USSR" என்ற முகவரிக்கு அனுப்புங்கள்.

விற்பனையாளர்கள்

நியூ செஞ்சுரி புக் ஹவுஸ் பிரைவேட் லிமிடெட்

தலைமை அலுவலகம்

6, நல்லதம்பி செட்டித் தெரு, சென்னை-2

ஷோ-ரூம்

6/30, மவுண்ட் ரோடு, சென்னை-2

கிளைகள்

80, மேலக் கோபுர வீதி, மதுரை-1

87/89, ஒப்பனக்கார வீதி, கோயமுத்தூர்-1

சிங்காரத் தோப்பு, திருச்சிராப்பள்ளி-8

பஸ் நிலையம், தஞ்சாவூர்

சைபர்னெத்தியம் ஒரு புதிய விஞ்ஞானம். ஒழுங்கியக்கம், தகவல் போக்குவரத்து இவை குறித்து ஆராய்கிறது. இந்த விஞ்ஞானத்தின் மிகப் புதிய கிளைகளில் ஒன்று, உயிரமைப்புகளாகிய ''நம்முள்'' செயல்படும் சைபர்னெத்தியமான உயிரியல் சைபர்னெத்தியம்.

மின்னணுப் பொறியமைப்புகளின் திட்டத்தையும் செயற்பாட்டையும் விஞ்ஞானிகள் உயிரமைப்புகளுடன் ஒப்பிட முற்பட்டபோது உயிரியல் சைபர்னெத்தியம் உதயமாயிற்று. நமது உடல் எண்ணிலடங்காத் தானியங்கி ஒழுங்கியக்கிகளால் ஆளப்படும் மிகச் சிக்கலான சைபர்னெத்திய அமைப்பு என்பதை விஞ்ஞானிகள் கண்டனர்.

மருத்துவம், உடலியல், உளவியல், மொழியியல் ஆகிய துறைகளில் சைபர்னெத்தியத்தின் பயன்பாட்டை இந்தப் புத்தகம் எல்லோரும் படித்துப் புரிந்து கொள்ளும்படியான நடையில் விளக்கிக் கூறுகிறது.'

பேரவை விஞ்ஞானி பெர்க் இப்புத்தகத்துக்கு வழங்கியுள்ள அறிமுகத்தில் குறிப்பிடுவது போல மிகவும் சிக்கலான இப்பிரச்சினைகளை எளிய, இனிய முறையில் யெலேனா சப்பாரினா விவரிக்கிறார்.